



Harri Heljala

Tulevaisuuskuva kysyntäohjautuvan autonomisen tieliikenteen tilauspalvelusta

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 1.12.2014

Valvoja: Professori Tapio Luttinen

Ohjaaja: DI, VTM Seppo Lampinen

Diplomityön tiivistelmä

Tekijä Harri Heljala		
Työn nimi Tulevaisuuskuva kysyntäohjautuvan autonomisen tieliikenteen tilauspalvelusta		
Laitos Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka		
Professuuri Liikennetekniikka	Professuurikoodi Yhd-71	
Työn valvoja Tapio Luttinen		
Työn ohjaaja(t)/Työntarkastaja(t) Seppo Lampinen		
Päivämäärä 1.12.2014	Sivumäärä 96	Kieli suomi

Tiivistelmä

Työn tarkoituksena oli tutkia mahdollisuuksia edistää kysyntäohjautuvaa autonomista tieliikennettä älyliikenteen tietoteknisten sekä hallinnollisten ratkaisujen avulla siten, että ilman kuljettajaa toimivien autonomisten autojen yleistymisen ei johtaisi yksityisautojen ulkoishaittojen kasvun. Uudenlaiset kysyntäohjautuvat liikennemuodot voivat tarjota perinteistä joukkoliikennettä joustavamman ja yksityisautoilua edullisemmän matkustustavan. Viime vuosina useat toimijat ovat julkistaneet korkeasti automatisoitujen henkilöautojen kehitysprojekteja, jotka tähtäävät täysin ilman kuljettajaa liikkuvien autonomisten autojen kehittämiseen. Automatisoiduilla autoilla voi olla merkittävä positiivinen vaikutus kysyntäohjautuvan liikenteen hintaan ja käytettävyyteen. Automatisoidut autot voivat kuitenkin vapaamman käytettävyytensä ansiosta lisätä yksityisautoilun liikennesuoritetta ja näin ollen tieliikenteen ulkoishaittoja. Liikennepoliittisten tavoitteiden tukemiseksi ja tieliikenteen ulkoishaittojen lisääntymisen hillitsemiseksi työn kannalta keskeiseen asemaan nousi kysyntäohjautuvan autonomisen tieliikenteen tilauspalvelun edistäminen.

Työssä tunnistettiin haasteita ja määriteltiin tavoitteita tilauspalvelun ja autonomisen tieliikenteen yhdessä muodostamalle kokonaisuudelle. Haasteet ja tavoitteet perustuvat kirjallisuus- ja haastatteluaineistoihin, joiden pohjalta tarkasteltiin kysyntäohjautuvan liikenteen ja automatisoitujen autojen nykytilaa ja luotiin katsaus matkan suunnittelu- ja tilausjärjestelmiin.

Tulevaisuuskuvan yhteydessä määriteltiin järjestelmäkokonaisuus, joka vastaa työssä muodostettuihin tavoitteisiin. Esitetty tilauspalvelu mahdollistaa kaikkien toiminta-alueensa kysyntäohjautuvien liikennemuotojen käyttämisen yhteisen sähköisen tilausjärjestelmän avulla. Järjestelmäkokonaisuudella on potentiaali vähentää huomattavasti yksityisautoilun ulkoishaittoja ja ohjata automatisoituja autoja käytettäväksi osana kysyntäohjautuvaa liikennettä, mutta vaikutukset riippuvat saavutettavasta markkinaosuudesta. Tulevaisuuskuvan yhteydessä esitettiin toimenpiteet tilauspalvelun edistämiseksi ja järjestelmää koskeviin haasteisiin vastaamiseksi.

Avainsanat Julkinen liikenne, Automaatio, Tilausjärjestelmä



Abstract of master's thesis

Author Harri Heljala

Title of thesis A Model for a Digital Mobility Marketplace for On-demand Autonomous Road Transportation

Department Civil and Environmental Engineering

Professorship Transportation Engineering

Code of professorship Yhd-71

Thesis supervisor Tapio Luttinen

Thesis advisor(s) / Thesis examiner(s) Seppo Lampinen

Date 1.12.2014

Number of pages 96

Language Finnish

Abstract

Modern on-demand transportation services offer a more flexible mode of transportation compared to traditional public transportation while simultaneously being more affordable than owning and operating a private vehicle. Moreover, several automotive and technology companies have released information about self-driving car development projects that aim to develop completely autonomous road vehicles in the near future. Autonomous road vehicles hold great potential for revolutionizing on-demand transportation services and remodeling such services to become even more convenient, flexible, and affordable for the end user. However, as self-driving cars enable a myriad of currently unviable use cases and individual mobility to a wider demographic than traditional automobiles, self-driving cars can possibly increase the overall vehicle kilometers traveled and thus the external costs of road transportation imposed on society. The object of the thesis is to evaluate the possibilities of advancing on-demand autonomous road transportation with Intelligent Transportation Systems (ITS) and administrative based solutions in order to curb the increase of external costs of road transportation caused by autonomous road vehicles. Accordingly, advancement of a *digital mobility marketplace* for on-demand autonomous road transportation became an essential aspect of the study.

Various aims and challenges for the mobility marketplace were recognized based on an extensive literature review and six interviews of experts in the field of ITS. Originating from these aims, a model was formulated for a digital mobility marketplace for on-demand autonomous road transportation. The mobility marketplace would enable a user to utilize all the on-demand transportation modes within a given area of operation through a common digital user interface. The system has a potential to drastically lower the external costs of road transportation and channel self-driving cars to be used as part of on-demand transportation. However, the effects are dependent on the market penetration of the system. To advance the mobility marketplace and to respond to the challenges faced by the system a set of actionable items and measures was given.

Keywords Public transportation, Automation, Order management system

Alkusanat

Työn tilaajana on toiminut liikenne- ja viestintäministeriö, Trafi ja Helsingin Seudun Liikenne (HSL).

Työn tekemistä on ohjannut ohjausryhmä, johon ovat kuuluneet:

<i>Marko Forsblom</i>	<i>Liikenne- ja viestintäministeriö</i>
<i>Anna Schirokoff</i>	<i>Trafi</i>
<i>Riikka Aaltonen</i>	<i>HSL</i>

Haluan kiittää ohjausryhmää opastuksesta, aineistosta ja kommenteista, joita olen työn aikana saanut. Haluan myös kiittää työn ohjaajaa Seppo Lampista (YY-Optima Oy) ja valvojaa Tapio Luttista (Aalto Yliopisto) rakentavista kommenteista sekä kaikkia haastatteluihin osallistuneita, jotka avustivat aihepiirin syvällisemmässä ymmärtämisessä. Lisäksi haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni tuesta diplomityön kirjoittamisen aikana.

Helsinki 1.12.2014

Harri Heljala

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Sisällysluettelo5

Sanasto8

1 Johdanto 11

1.1 Tausta 11

1.2 Työn tarkoitus 13

1.3 Työn rajaukset 14

1.4 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset 16

1.5 Aineisto ja menetelmät 17

1.6 Raportin rakenne 18

2 Kysyntäohjautuvan liikenteen nykytila 19

2.1 Taustaa 19

2.2 Kysyntäohjautuvan liikenteen muodot 20

2.2.1 Taksi- ja tilausliikenne 20

2.2.2 Kutsujoukko liikenne 21

2.2.3 Kimppakyydit 24

2.2.4 Yhteiskäyttöautot ja vertaisvuokraus 26

2.3 Potentiaaliset asiakkaat ja haasteita yleistymiselle 27

2.4 Tilausjärjestelmät 29

2.5 Päätelmät 32

3 Automatisoidut autot 34

3.1 Taustaa 34

3.1.1 Käsitteet 34

3.1.2	Nykytilanne	35
3.1.3	Teknologinen kehitys	36
3.2	Testaustoiminnan edellytyksistä	39
3.3	Haasteet	40
3.3.1	Vastuukysymykset ja vakuutukset	40
3.3.2	Asenteet automatisoituja autoja kohtaan	41
3.4	Vaikutukset kysyntäohjautuvaan liikenteeseen	43
3.5	Päätelmät	46
4	Katsaus matkan suunnittelu- ja tilausjärjestelmiin	47
4.1	Taustaa	47
4.2	Joukkoliikenteen reittioppaat	47
4.2.1	Yleiskuvaus	47
4.2.2	Kansainvälisiä kehityssuuntia	50
4.3	Google Transit ja Uber	51
4.4	FAMS: yhtenäinen tilauspalvelu kutsujoukkoliikenteelle	54
4.5	Matkailualan tilausjärjestelmien kehitys	55
4.6	Päätelmät	57
5	Järjestelmäkokonaisuuden tulevaisuuskuva	59
5.1	Tavoitteet	59
5.2	Toiminnallinen selostus	60
5.2.1	Järjestelmäkokonaisuus	60
5.2.2	Käyttäjän näkökulma	61
5.2.3	Liikennöitsijän näkökulma	62
5.2.4	Tilauspalvelun järjestäjän näkökulma	62
5.3	Tilauspalvelu	63
5.3.1	Rakenteellinen kuvaus	63
5.3.2	Edellytysten luominen ja testaustoiminta	67
5.3.3	Vaikutukset	69

5.4	Kysyntäohjautuva autonominen tieliikenne	70
5.4.1	Kulkumuodot.....	70
5.4.2	Edellytysten luominen ja testaustoiminta.....	72
5.4.3	Vaikutukset.....	74
5.5	Toimenpiteet.....	78
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	80
6.1	Yhteenveto	80
6.2	Järjestelmäkokonaisuuden tavoitteiden mukaisuus.....	80
6.3	Johtopäätökset	83
7	Lähdeluettelo	86

Sanasto

<i>Automatisoitu auto</i>	Yleistermi autolle, jonka kuljettaja vapautuu auton hallinnasta määrätyissä tai kaikissa tilanteissa auton toimiessa itsenäisesti. Käytössä on useita eri automatisaation tasoja. Puhekielessä käytetty myös termiä itseohjautuva auto tai robottiauto sekä englanniksi termejä <i>driverless car</i> , <i>driver-free car</i> , <i>self-driving car</i> tai <i>robot car</i> .
<i>Autonominen auto</i>	Korkeimman automatisaatiotason auto, joka suoriutuu ajamisesta täysin itsenäisesti, eikä kuljettajaa tarvita. Englanniksi <i>autonomous car</i> tai <i>autonomous road vehicle</i> .
<i>Kimppakyyti</i>	Tilanne, jossa vähintään kaksi ihmistä matkustaa samalla henkilöautolla jakaen matkan kustannukset voittoa tavoittelematta. Englanniksi <i>ridesharing</i> tai <i>carpooling</i> .
<i>Kutsujoukkoliikenne</i>	Kutsujoukkoliikenteessä matkoja yhdistelemällä pyritään linja-auton kyytiin saamaan kulloinkin mahdollisimman monta matkustajaa ja linja-auton ajama reitti sekä aikataulu muodostuvat etukäteen tehtyjen tilausten myötä. Englanniksi <i>demand responsive transport</i> , <i>demand-responsive transit (DRT)</i> , <i>demand responsive service</i> , <i>dial-a-ride</i> tai <i>flexible transport services (FTS)</i> .
<i>Kysyntäohjautuva liikenne</i>	Käytetään työssä yleisterminä kysynnän mukaan ohjautuvalle liikenteelle, kuten kutsujoukkoliikenteelle ja kimppakyydeille. Nykyaikaiset kysyntäohjautuvat liikennemuodot, jotka perustuvat kehittyneisiin tieto- ja viestintäteknologioihin, pyrkivät täyttämään perinteisen joukkoliikenteen ja yksityisautoilun väliin jäävää tarvetta joustaville ja edullisille matkustustavoille.
<i>Käyttöliittymä</i>	Käyttöliittymällä tarkoitetaan työn yhteydessä pääasiallisesti graafista käyttöliittymää, jonka avulla käytetään tilausjärjestelmiä tai reittioppaita esimerkiksi Internet-selaimen tai mo-

biilisovellusten kautta. Englanniksi *graphical user interface (GUI)*.

Rajapinta

Rajapinnalla viitataan ohjelmointirajapintaan, joka mahdollistaa tietojärjestelmien kuten esimerkiksi erilaisten tilausjärjestelmien välisen pyyntöjen ja tiedon välityksen eli keskustelun keskenään. Englanniksi *application programming interface (API)*.

Reittiopas

Yleistermi joukkoliikenteen reitti- ja aikatauluneuvontapalveluille, joilla voi suunnitella joukkoliikennematkan esimerkiksi Internet-selaimen tai matkapuhelinsovelluksen avulla. Reittioppaat voivat myös olla multimodaalisia eli useampia joukkoliikennevälineitä sekä pyöräilyn ja kävelyn tai esimerkiksi myös autoilun huomioonottavia palveluita. On lisäksi huomioitava, että HSL:n käyttämä reittineuvontapalvelu on myös nimeltään Reittiopas. Englanniksi *public transport route planner* tai *journey planner*.

Tilausjärjestelmä

Yleistermi henkilöliikenteen tietojärjestelmille, joiden avulla voi tilata tai varata matkoja. Käyttäjä ilmoittaa tilausjärjestelmän kautta palveluntarjoajalle tiedot haluamansa matkan yksityiskohdista, kuten matkan määränpään ja ajankohdan. Tämän jälkeen tilausjärjestelmä ehdottaa käyttäjälle matkavaihtoehtoja, jonka jälkeen tieto käyttäjän valinnasta ja tilauksesta välitetään liikennöitsijälle.

Yhteiskäyttöauto

Arkiseen käyttöön tarkoitettua hajautettua ja joustavaa autonvuokrausta. Yhteiskäyttöauton voi ottaa käyttöön esimerkiksi vain tunniksi, ja auton käyttöönotto sekä palautus tapahtuvat itsepalveluna ympäri kaupunkia sijoitelluilta nouto- ja palautuspisteiltä. Englanniksi *carsharing*, *car sharing* tai *car clubs*.

Vertaisvuokraus

Viime vuosina yhteiskäyttöautoilun rinnalle muodostunut palvelu, jossa yksityinen auton omistaja vuokraa autonsa toi-

selle palvelun käyttäjälle yhteiskäyttöautomaaisesti. Englanniksi *peer-to-peer carsharing*, *person-to-person carsharing* tai *peer-to-peer car rental*.

Wienin tieliikennesopimus

Wienissä vuonna 1968 tehty kansainvälinen tieliikennettä koskeva yleissopimus. Englanniksi *Vienna Convention on Road Traffic*.

Älyliikenne

Liikenteen sujuvuuden tai turvallisuuden parantamista tietojen ja viestintäteknologioiden (ICT) avulla hyväksikäyttäen jo olemassa olevaa liikenneverkkoa. Englanniksi *intelligent transportation systems (ITS)*.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Yhteiskuntamme on hyvin laajoilta osin rakentunut autojen ympärille. Autot ovat luoneet edellytyksiä valtavalle teknologiselle ja taloudelliselle kehitykselle, jonka tuotoksesta nautimme tänä päivänä (Flink 1990; Mitchell 2010, s. 2). Samaan aikaan autot ovat muokanneet pysyvästi yhteiskuntamme fyysisiä ja sosiaalisia rakenteita (Urry 2004) sekä tehneet meistä yhä riippuvaisempia yksityisautoilusta (esim. Anable 2005). Yksityisautoilun ulkoiset kustannukset yhteiskunnalle ovat merkittäviä. Autojen merkittävimpinä ulkoishaittoina voidaan pitää paikallisia ja globaaleja ilmansaasteita, öljyriippuvuutta, liikenneuhkia sekä -onnettomuuksia (Parry ym. 2007).

Nyt yli sata vuotta vanha teknologia – henkilöauto – näyttää olevan kohtaamassa uudenlaisen teknologisen vallankumouksen. Merkittävimpänä kehitysaskeleena kohti autojen uutta aikakautta voidaan pitää robotisaation ja autoteollisuuden kohtaamista, eli autojen automatisaatioteknologioiden kehittymistä kohti kokonaan ilman kuljettajaa liikkuvaa autonomista autoa. Vain vuosikymmenen sitten auton automatisoiminen liikkumaan ilman kuljettajaa normaalin liikenteen seassa ja esimerkiksi auton ohjelmoiminen kääntymään tienristeyksestä vasemmalle yli risteävän liikenteen saattoi vaikuttaa mahdottomalta tehtävältä – tehtävältä, johon vain ihminen tulisi ikinä pystymään – kuten Levy ja Murnane (2004, s. 20) tuolloin perustelivat ihmisen hahmotuskyvyn ylivoimaisuutta tietokoneisiin verrattuna. Eikä ihme, sillä vielä vuonna 2004 autonomisten autojen pisin itsenäinen ajosuoritus oli vain yksitoista kilometriä keskellä Mojaven autiomaata (Seetharaman ym. 2006, s. 28). Nyt kuitenkin vain kymmenen vuotta myöhemmin olemme saaneet kuulla automatisoiduista autoista, jotka ovat ajaneet yli 1,1 miljoonaa kilometriä ilman kuljettajaa normaalin liikenteen seassa (Urmson ja Google Inc. 2014b) ja kuinka näillä autoilla on ainakin tekniset edellytykset tulla kuluttajamarkkinoille jo lähitulevaisuudessa (Bloomberg 2013).

Autonomisten autojen ennakoitavat positiiviset vaikutukset liikennejärjestelmään ulottuvat niin turvallisuuden lisääntymiseen kuin uudenlaisten liikennepalveluiden syntyyn. Normaalin liikenteen seassa liikkuvien autonomisten autojen on arveltu tulevaisuudessa radikaalisti muuttavan autojen yhteiskäyttöpalveluita (Thrun ja Google Inc. 2010) luomalla edellytyksiä ”mobility-on-demand” -järjestelmälle (KPMG 2012, s. 33) eli itsestään liikkuvien yhteiskäyttöisten autojen palvelulle. Yhteiskäyttöisten autonomisten

autojen järjestelmän vaikutuksia on alustavasti visioitu (Linturi 2013) sekä mallinnettu (Ford 2012; Burns ym. 2013; Fagnant ja Kockelman 2014; Spieser ym. 2014). Useimmissa edellä mainituissa töissä esitetyt autonomisten yhteiskäyttöisten autojen järjestelmät perustuvat ajatukseen, että käyttäjä voisi tilata kyydin esimerkiksi matkapuhelinsovelluksen avulla, minkä jälkeen autonominen auto saapuisi itsenäisesti haluttuun sijaintiin. Kyydistä voisi poistua valitussa määränpäässä ilman auton pysäköinnistä huolehtimista - kun auto jatkaisi itsenäisesti matkaansa ottamaan kyytiin seuraavan asiakkaan. Aikaisempien tutkimusten pohjalta voidaan todeta, että nykyisiin yhteiskäyttöautopalveluihin verrattuna autonomisiin autoihin perustuvan yhteiskäyttöautopalvelun merkittävimpana etuna on, että autoa ei tarvitsisi hakea tai palauttaa määrätyle noutopisteelle. Esimerkiksi taksiin verrattuna kustannukset olisivat huomattavasti alhaisemmat toisaalta tehokkaamman liikennöinnin ansiosta ja toisaalta kuljettajan henkilökulujen poistuessa.

Toisaalta autonomisten autojen on myös arvioitu vapaamman käytettävyyden myötä johtavan entistä henkilöautokeskeisempään kehitykseen sekä ajosuoritteen ja tätä myötä tieliikenteen ulkoishaittojen kasvuun, kun automatkan aikana ei enää tarvita kuljettajaa vaan ajamiseen käytetty aika voidaan käyttää työskentelyyn tai viihteestä nauttimiseen. Tämän lisäksi ihmisille, jotka eivät itse kykene iän tai fyysisen kunnon vuoksi ajamaan, tarjoutuu uusi liikennemuoto. Autonomiset autot voidaan siis nähdä yhteiskunnan kannalta kaksiteräisenä miekkana: toisaalta ne voivat lisätä yksityisautoilun ulkoishaittoja, mutta lisäksi ne voisivat myös tarjota vaivattoman ja edullisen yhteiskäyttöisyyden avulla uudenlaisen vaihtoehdon henkilöauton omistamiselle. (Fagnant ja Kockelman 2013; Linturi 2013)

Toisensuuntaistakin muutosta on havaittavissa: uusien autojen rekisteröintien, autolla ajamisen ja ajokortin hankinnan on useissa maissa havaittu olevan laskussa, minkä voi tulkita merkitsevän kehitystä pois pelkästään yksityisautoiluun sitoutuvista elämäntavoista. Tämän lisäksi yksityisautoilun viehätys etenkin nuorten aikuisten keskuudessa on vähentynyt viimeisinä vuosikymmeninä. (Cohen 2012) Myös erilaiset autojen yhteiskäyttöön ja jakamiseen perustuvat kulkumuodot ovat viime vuosina kasvattaneet suosiotaan. Näiden yleistymisen voidaan nähdä yhteiskunnan kannalta positiivisena kehityssuuntana, sillä yhteiskäyttöisyyteen ja jakamiseen perustuvat kulkumuodot pyrkivät tehokkaaseen resurssien hyödyntämiseen. Helsinki pyrkii hyödyntämään entistä tehokkaammin uudenlaisia liikennepalveluita osana julkista liikennettä vuoteen 2025

mennessä. Henkilöliikenne on tarkoitus uudelleen organisoida älyliikennettä hyödyntämällä tukemaan ”Liikkuminen palveluna” (Mobility as a service, MaaS) -ajatusta eli ”monipuolisten, houkuttelevien liikkumisen palveluiden tarjoamista kätevästi” (Heikkilä 2014). Vastauksena liikennesektorin niukkaan rahoitukseen on nykyisen infrastruktuurin ja liikennepalveluiden aiempaa tehokkaampi hyödyntäminen myös yksi Suomen liikennepoliittikan tavoitteista (LVM 2012, s. 16).

1.2 Työn tarkoitus

Työn tarkoituksena on tutkia mahdollisuuksia edistää kysyntäohjautuvaa autonomista tieliikennettä älyliikenteen tietoteknisten ratkaisujen avulla. Keskeiseen asemaan nousee kysyntäohjautuvan liikenteen tilausjärjestelmien edistäminen. Kysyntäohjautuvan liikenteen käyttäminen samoin kuin jaettujen tai yhteiskäyttöisten autonomisten autojen tilaaminen tapahtuu tilausjärjestelmän kautta. Myös useissa muissa edellä mainituissa autonomisiin yhteiskäyttöisiin autoihin liittyvissä tutkimuksissa tilausjärjestelmää on pidetty keskeisenä asiana, mutta tällaista ei tarkemmin ole aikaisemmin määritelty. Kysyntäohjautuvan autonomisen tieliikenteen tilauspalvelun käyttäjälähtöinen edistäminen on siis tutkimuksellinen tyhjiö, jota tässä työssä pyritään täyttämään.

Työssä luodaan tulevaisuuskuva kysyntäohjautuvan autonomisen tieliikenteen tilauspalvelusta, joka pyrkii vastamaan työn kirjallisuus- ja haastatteluosan perusteella määriteltäviin järjestelmän tavoitteisiin. Tulevaisuuskuvan mukainen järjestelmä perustuu kysyntäohjautuvien kulkumuotojen muodostamiin autonomisiin ajoneuvojoukkoihin sekä näiden käyttämisen mahdollistavaan tilauspalveluun.

Tulevaisuuskuvasssa otetaan huomioon yleiset liikennepoliittiset tavoitteet. Tavoitteena on, että autonomiset autot eivät aiheuttaisi lisääntyviä yksityisautoilun ulkoishaittoja, ja että tämä saavutetaan liikkumista rajoittamatta.

Tulevaisuuskuvan yleiset tavoitteet perustuvat EU:n Valkoiseen kirjaan ja Suomen liikennepoliittisiin tavoitteisiin. Tieliikenteen ulkoisten kustannusten vähentäminen on oleellinen osa myös EU:n ja Suomen liikennepoliittikkaa. EU on asettanut tavoitteeksi tieliikennekuolemien vähentämisen lähelle nollaa vuoteen 2050 ja sen perusteella tieliikennekuolemien puolittamisen vuoteen 2020 mennessä (EU 2011, s. 11) sekä liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisen 60 prosenttia 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä (EU 2011, s. 3). Suomessa tieliikenteen päästöjen osuus liikenteen päästöistä on noin 90 prosenttia (LVM 2012, s.35), joten tieliikenteeseen vaikuttamalla olisi mahdollista

saavuttaa huomattavia vähennyksiä päästöissä. Tavoitteisiin pyritään muun muassa tukemalla energiatehokkaita kulkumuotoja ja ohjaamalla liikkumista niin, että yksilöliikennettä käytettäisiin vain matkojen viimeisillä kilometreillä (EU 2011, s. 6). Myös multimodaalista matkustusta pyritään helpottamaan: ”multimodaalisen matkustuksen pitäisi helpottua verkossa tarjottavien, kaikki kuljetusvälineet kattavien tietopalvelujen sekä sähköisten varaus- ja maksujärjestelmien avulla” (EU 2011, s. 7).

Lisäksi älyliikenteen ratkaisujen kannalta on oleellista huomioida niin kutsuttu uusi liikennepolitiikka, jonka tavoitteena on ”lisätä tuottavuutta ja vaikuttavuutta entisestään ja edistää näin kestävää kasvua, kilpailukykyä ja hyvinvointia”. Tavoitteeseen pyritään ”etsimällä entistä tehokkaampia keinoja liikenteen ongelmien ehkäisemiseksi ja ratkaisemiseksi esim. innovaatioita ja uutta teknologiaa hyödyntämällä”. Uuden ajan liikennepolitiikka pyrkii vastaamaan ihmisten ja yritysten yhä moninaisempiin tarpeisiin ja liikenne nähdään palveluna, jota voidaan parantaa hyödyntämällä viisaasti ja vastuullisesti käytettävissä olevia resursseja. Erilaisille yrityksille pyritään luomaan mahdollisuuksia uuteen liiketoimintaan muun muassa testaamalla uusia liikennepolitiikan toimintatapoja kokeiluilla. Hallinto toimii uuden liikennepolitiikan toteuttamisessa mahdollistajana. (LVM 2014a)

1.3 Työn rajaukset

Useimmissa edellä viitatuissa autonomisten autojen yhteiskäyttöön liittyvissä tutkimuksissa on keskitytty skenaarioon, jossa lähes koko tieliikenne toimisi autonomisiin yhteiskäyttöisiin autoihin perustuen. Ei kuitenkaan ole realistista olettaa, että yhteiskäyttöinen autonominen tieliikenne lähivuosikymmeninä hallitsisi täydellisesti tieliikennettä. Ihmiset haluavat käyttää erilaisia kulkumuotoja erilaisiin tarpeisiin, eikä liikennepoliittisten linjausten mukaisesti ihmisten liikkuvuutta haluta rajoittaa (EU 2011, s. 6). Yhteiskäyttöisen autonomisen tieliikenteen markkinaosuuteen voidaan olettaa vaikuttavan huomattavasti ihmisten asennoituminen yksityisautoilun vaihtoehtoisia kulkumuotoja kohtaan (kts. Anable 2005). Yksityisautoilun suosio ei selity pelkästään matkustamisen helppoudella, vaan auton käyttöön vaikuttaa myös ihmisten affektiiviset (tunteet, mielialat ja asenteet) ja symboliset motiivit, kuten itsensä ilmaisu auton avulla ja autolla ajamisesta nauttiminen (Steg 2005). Lisäksi tulevaisuudessa oletettavasti on edelleen tilanteita, joissa matkustaja on esimerkiksi matkatavaroiden säilyttämisen vuoksi sidonainen autoon pidempiaikaisesti, jolloin henkilökohtainen auto esimerkiksi pitkäkestoisesta vuokraamisesta tai omistamisesta muodossa on edelleen tarpeellinen.

Autonomisten autojen markkinaosuuteen vaikuttaa myös se, että siirtymäkausi täysin autonomiseen tieliikenteeseen voi olla huomattavan pitkä. Vaikka kaikki autot tulevaisuudessa pystyisivätkin toimimaan autonomisesti, autokannan uusiutuminen vie oman aikansa¹. Litman (2013) lisäksi muistuttaa, että nyt käyttöönotettavien autojen teknisesti mahdollinen keski-ikä voi olla autojen kehittymisen myötä nykyistä pidempi, ja että esimerkiksi turvatyynyjen matka markkinoille tulosta pakolliseksi turvalaitteeksi Yhdysvalloissa kesti 25 vuotta. On lisäksi huomioitava, että osana tieliikennettä on tulevaisuudessakin myös automatisoimattomia kulkumuotoja kuten kävely ja pyöräily (Sessa ym. 2007, s. 35). Näistä syistä tässä työssä ei keskitytä skenaarioon, jossa koko tieliikenne koostuisi pelkästään autonomisista autoista, vaan **tarkastellaan tilannetta, jossa autonomiset autot toimivat yhtenä täydentävänä osana tieliikennettä.**

Työn edetessä kävi selväksi, että kustannusten alenemisen myötä autonomisilla autoilla voisi olla tehokkain vaikutus kysyntäohjautuvaan liikenteen haluttavuuteen, minkä vuoksi **tarkastelu rajattiin kysyntäohjautuvaan liikenteeseen.** Kysyntäohjautuvalla liikenteellä ei tässä yhteydessä kuitenkaan tarkoiteta pelkästään yhteiskäyttöisiä autonomisia autoja, joita on tutkittu useimmissa edellä mainituissa tutkimuksissa. Tarkastelu kattaa myös kyytien yhdistelyyn perustuvat julkisen liikenteen kulkumuodot, jotka suuremman käyttöasteen ansiosta voisivat kenties olla vielä tehokkaampia kuin pelkästään yhteiskäyttöisyyteen perustuvat autonomiset autot. Erilaiset ajoneuvojen jakamisen muodot voisivat mahdollisesti soveltua hyvinkin erilaisiin asiakastarpeisiin.

Ihmisten erilaisten palvelutarpeiden vuoksi on huomioitava, että kuljettajia tai muuta henkilökuntaa olettavasti edelleen tarvittaisiin palvelemaan osaa matkustajista. **Tarkastelu rajattiin sellaiseen henkilö- ja linja-autoilla tapahtuvaan kysyntäohjautuvaan henkilöliikenteeseen,** joka pystyttäisiin autonomisten autojen myötä toteuttamaan ilman kuljettajan suorittamia oheispalveluita sekä ohjaamista. Tästä lähtökohdasta kysyntäohjautuvista liikennemuodoista esimerkiksi palveluliikennettä ei tässä työssä käsitellä.

Toisaalta tarkastelua laajennettiin pelkästä yhteiskäyttöisyydestä kattamaan soveltuvilta osin kaikki kysyntäohjautuvan liikenteen kulkumuodot. Kuljettajan poistuessa ky-

¹ Esimerkiksi vuonna 2013 Suomessa rekisteristä poistettujen henkilöautojen keski-ikä, eli ”romutusikä”, oli 20,3 vuotta (Tilastokeskus 2013).

syntäohjautuvan liikenteen kulkumuotojen luonne tulisi olettavasti kuitenkin muuttumaan, mitä käsitellään tarkemmin tulevaisuuskuvan yhteydessä.

Keskeisiksi **nykyisen järjestelmän mukaisiksi kysyntäohjautuvan liikenteen kulkumuodoiksi** tunnistettiin seuraavat:

Kyytien yhdistelyyn perustuvat – jaetut kulkumuodot

- Kutsujoukkoliikenne
- Kimpakyydit

Yksilöllistä palvelua tarjoavat – yhteiskäyttöiset kulkumuodot

- Taksi- ja tilausliikenne
- Yhteiskäyttöautopalvelut ja vertaisvuokraus

Tietoa autonomisen tieliikenteen vaatimuksista mahdollisesti tarvittavan infrastruktuurin suhteen ei työn aikana ollut saatavilla, joten **infrastruktuurin käsittely on rajattu työn ulkopuolelle**, eikä myöskään ajoneuvojen ja infrastruktuurin välistä kommunikointia täten käsitellä tarkemmin. Näin ollen tässä selvityksessä oletetaan, että autonomiset autot pystyisivät tulevaisuudessa toimimaan itsenäisesti normaalin tieliikenteen seassa. Työssä ei käsitellä tieliikenteen ulkopuolelle jääviä liikennemuotoja kuten raide-liikennettä, jossa ajoneuvojen automatisaatio liikennemuodon täysin erilaisen luonteen takia on yleistynyt nopeammin kuin tieliikenteessä.

1.4 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Työn **tavoitteena** on tutkia, kuinka autonomisten autojen uutta teknologiaa voitaisiin ohjata kysyntäohjautuvaan liikenteeseen perustuen hallinnollisten sekä älyliikenteen tietoteknisten ratkaisujen avulla hyödyttämään yhteiskuntaa sen sijaan, että autonomisten autojen yleistyminen johtaisi yhteiskunnalle kohdistuvien yksityisautoilun ulkoishaittojen kasvuun.

Työn tavoitteita jäsentävät ja rajaavat **tutkimuskysymykset** jakautuvat kahteen osaan:

1) Tulevaisuuskuvassa muodostettavaa järjestelmää määrittelevät kysymykset:

- Minkälaisia tavoitteita järjestelmälle voidaan johtaa perustuen siihen, mitä tiedämme liikennepoliittisista tavoitteista, kysyntäohjautuvasta liikenteestä, autonomisista autoista sekä muista tilausjärjestelmistä?

- Kuinka autonomista tieliikennettä voitaisiin ohjata kysyntäohjautuvaan liikenteeseen perustuen hallinnollisten sekä älyliikenteen tietoteknisten ratkaisujen avulla hyödyttämään yhteiskuntaa sen sijaan, että autonomisten autojen yleistyminen johtaisi yhteiskunnalle kohdistuvien yksityisautoilun ulkoishaittojen kasvuun?

2) Tulevaisuuskuvan mukaisen **järjestelmän käyttöönottoon ja vaikutuksiin liittyvät kysymykset:**

- Miten järjestelmän toteutumiselle voitaisiin luoda edellytyksiä hallinnollisesta näkökulmasta?
- Minkälaisella aikataululla ja maantieteellisellä alueella järjestelmän ensimmäinen käyttöönotto sekä testaustoiminta olisivat mahdollista ja kannattavinta?
- Miten järjestelmä vaikuttaisi liikkumiseen, ympäristöön ja liikennejärjestelmään?

Työn taustaan, tarkoitukseen, rajauksiin ja tavoitteisiin pohjautuen tulevaisuuskuvan mukaisen **järjestelmän yleiset tavoitteet, joita tarkennetaan myöhemmin**, ovat seuraavat:

- ⇒ Autonomisten autojen mahdollisesti aiheuttamaan yksityisautoilun ulkoishaittojen kasvuun vastaaminen siten, että tuetaan multimodaalisia ja tehokkaampia matkustustapoja kaikki kuljetusvälineet kattavien sähköisten tilausjärjestelmien avulla
- ⇒ Uuden ajan liikennepolitiikan tukeminen, esim. nykyisen infrastruktuurin ja liikennepalveluiden aiempaa tehokkaampi hyödyntäminen, liikenteen ongelmien ratkaiseminen ja ehkäiseminen uusien teknologioiden avulla sekä uuden liiketoiminnan ja kokeilujen mahdollistaminen

1.5 Aineisto ja menetelmät

Työ perustuu kirjallisuuteen sekä työn aikana suoritettuihin teemahaastatteluihin. Työ on luonteeltaan esiselvitysluonteinen, joten työ ei tähtää tarkkoihin ennusteisiin, vaan mahdollisten tulevaisuuden kehityssuuntien hahmottamiseen.

Työn esiselvitysluonteen mukaisesti haastatteluiden tarkoituksena oli kartoittaa alan asiantuntijoiden näkemyksiä Suomessa tutkimusaiheeseen liittyen sekä kerätä tietoa tuoreimmista tutkimusaineistoista ja kehityshankkeista. Haastatteluilla haluttiin myös löytää näkökulmia, joita ei vielä kirjallisuudesta ollut satavilla osittain tutkimusaiheen tuoreuden takia. Haastattelut suoritettiin vuoden 2014 huhti- ja toukokuun aikana kasvotusten sekä osittain puhelimitse. Seuraavia henkilöitä haastateltiin: **Janne Jumppanen** (Liikennevakuutuskeskus), **Kimmo Kiiski** (LVM), **Risto Kulmala** (Liikennevirasto), **Kari Rissanen** (HSL), **Teemu Sihvola** (Ajelo Oy) ja **Tuire Simonen** (Trafi).

1.6 Raportin rakenne

Työn kirjallisuus- ja haastatteluosiossa tarkastellaan luvussa 2 kysyntäohjautuvan liikenteen nykytilaa kysyntäohjautuvan liikenteen eri muotojen, potentiaalisten asiakkaiden sekä tilausjärjestelmien näkökulmasta. Luvussa 3 käsitellään automatisoitujen autojen nykyistä ja lähitulevaisuuden ennakoitua kehitystä, niiden käyttöönottoon ja yleistymiseen liittyviä kysymyksiä sekä vaikutuksia kysyntäohjautuvaan liikenteeseen. Luvussa 4 luodaan katsaus matkan suunnittelu- ja tilausjärjestelmiin lähinnä nykyisen tilanteen sekä lähitulevaisuuden ennakoidun kehityksen valossa.

Luvussa 5 määritellään lukujen 2-4 päätelmien perusteella järjestelmäkokonaisuus, joka vastaisi tarkoituksenmukaisella tavalla ajoneuvojen ja tilausjärjestelmien teknisen kehityksen pohjalta liikennepoliittisiin tavoitteisiin. Luvussa arvioidaan järjestelmän vaikutuksia sekä kuvataan alustava etenemispolku kohti muodostettua järjestelmäkokonaisuutta.

Luvussa 6 esitetään tutkielman yhteenveto ja johtopäätökset.

2 Kysyntäohjautuvan liikenteen nykytila

2.1 Taustaa

Vaikka kysyntäohjautuva liikenne on taksiliikenteen muodossa ollut jo pitkään oleellinen osa liikennejärjestelmää, on kysyntäohjautuva liikenne nyt uusien viestintätekniologioiden ja yhteiskunnallisten muutosten myötä yhä ajankohtaisempi keino tarjota vaihtoehtoja yksityisautoilulle. Perinteinen yhteiskunnan tukema joukkoliikenne pyrkii lieventämään yksityisautoilun yhteiskunnalle luomia ulkoisten kustannusten paineita tarjoamalla ihmisille vaihtoehtoisen tavan matkustaa. Joukkoliikenne ei kuitenkaan pysty yleensä tarjoamaan yksityisautoa vastaavaa joustavuutta ja matkustamisen vapautta (Beirão ja Cabral 2007). Ihmisten tarve joustaviin liikkumismuotoihin ja joukkoliikenteen riittämättömyys kaikkien matkustustarpeiden tyydyttämiseen voidaan ainakin osittain nähdä rakenteellisenä ongelmana, joka perustuu autojen aiheuttamaan yhdyskuntarakenteen hajautumiseen ja tämän myötä kehittyneeseen yksilöllisen matkustamisen välttämättömyyteen (Urry 2004, s. 36).

Tarvetta yhä joustavammille ja yksilöllisemmille liikennepalveluille on myös sosiaalisista syistä, sillä individualismin lisääntyminen niin työ- kuin yksityiselämässä on sekä lisännyt ihmisten liikkumista että hajauttanut liikkumisen ajallista ja spatiaalista suuntautumista (Hjorthol 2005). Toisaalta globalisaatio ja digitalisaatio aiheuttavat mm. työelämän jatkuvaa sirpaloitumista vakiintuneilta urapoluilta kohti henkilökohtaisempia tapoja työskennellä esimerkiksi kotoa käsin. Lisääntyneen etätyöskentelyn myötä digitaaliset palvelut voivat myös korvata ihmisten matkustustarpeita (Cooper 2005). Tämä tuskin kuitenkaan kokonaan poistaa yhä yksilöllisempiä aikatauluja ja liikkumistarpeita. Lisäksi ihmisten pyrkimys löytää kätevin ja halvin kulkumuoto kulloiseenkin liikkumistarpeeseen on kasvussa, varsinkin nuorten aikuisten keskuudessa, joista useimmat ovat tottuneet multimodaalisuuteen ja arvostavat ympäristöystävällisiä kulkumuotoja (APTA 2013; VDV 2013, s. 5).

Uudenlaiset *kysyntäohjautuvat liikennemuodot*, jotka perustuvat nykyaikaisiin ICT-tekniologioihin, pyrkivät täyttämään tätä perinteisen joukkoliikenteen ja yksityisautoilun väliin jäävää tarvetta joustaville ja edullisille matkustustavoille (Beecroft ja McDonald 2005; Hoogma ym. 2005, s. 132-133). Uudenlaisiin kysyntäohjautuviin liikennemuotoihin lukeutuvat niin yhteiskäyttöautopalvelut kuin kutsujoukkoliikenne.

Uudenlaisten kysyntäohjautuvien liikennemuotojen kehitystä edesauttaneiden ICT-teknologioiden kehitys onkin viime vuosina ollut huomattavan nopeaa. Esimerkiksi jo 56 % kaikista suomalaisista ja noin 80 % 16–34-vuotiaista suomalaisista omistaa älypuhelimien (Tilastokeskus 2013), jonka avulla niin Internetin viestintä-, viihde- kuin tietopalvelut ovat aina kädenmitan päässä. Älypuhelimet yhdistävät yhteen kämmenenkokoiseen laitteeseen ominaisuuksia, joiden hyödyntämiseksi vielä joitakin vuosia sitten olisi tarvinnut kantaa mukanaan erillisinä laitteina ainakin puhelinta, tietokonetta, kameraa, GPS-paikanninta ja televisiota. Älypuhelimien edistyneet viestintä- ja paikannusteknologiat edesauttavat myös uudenlaisten liikennepalveluiden tarjoamista, kun taskussa kulkevalla laitteella voi esimerkiksi tilata ja maksaa taksin napin painalluksella tai suunnitella joukkoliikennematkan määränpäähensä ilman, että käyttäjän itse tarvitsee tietää sijaintiaan tai tuntea etukäteen tarjolla olevia matkustusmuotoja. Yhdysvalloissa ja Euroopassa onkin syntynyt useita uudentyypisiä yrityksiä, jotka tarjoavat esimerkiksi kimppekyydin, yhteiskäyttöauton tai taksin tilaamista älypuhelimien avulla (Dutzik ym. 2013).

Tässä luvussa tarkastellaan kysyntäohjautuvan liikenteen nykyisiä kulkumuotoja. Tältä pohjalta asetetaan tavoitteita tulevaisuuskuvassa muodostettavalle järjestelmälle, sekä tarkastellaan, kuinka tulevaisuuskuvan mukaiselle järjestelmälle luodaan edellytyksiä ja millaisia vaikutuksia tällä olisi. Kuten johdantoluvussa on esitetty, tämän työn kannalta oleellisiksi nykyisen järjestelmän mukaisiksi kysyntäohjautuvan liikenteen kulkumuodoiksi tunnistettiin taksi- ja tilausliikenne, kutsujoukkoliikenne, kimppekyydit sekä yhteiskäyttöautot ja vertaisvuokraus.

2.2 Kysyntäohjautuvan liikenteen muodot

2.2.1 Taksi- ja tilausliikenne

Taksiliikenne on nykyainsäädännössä ainoa henkilöiden ammattimaisen kuljettamisen henkilöautolla salliva kulkumuoto. Taksiliikennetoiminta on luvanvaraista toimintaa, ja luvan saadakseen tulee luvanhakijan täyttää pätevyysvaatimukset. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus) asettaa lupien määrän kuntakohtaisesti. Lisäksi taksiliikennelaissa määrätään mm. enimmäishinnoista, ajovuoroista ja palvelun laadusta, joiden pysyminen hyväksyttävällä tasolla pyritään varmistamaan taksilupien avulla. (Taksiliikennelaki)

Taksien tilauksia asiakkailta vastaanottavien ja ajossa oleville taksiautoille välittävien paikallisten tilausvälityskeskusten toiminta on myös määritelty taksiliikennelaissa. Tilausvälityskeskusten tulee tehdä ennen toimintansa aloittamista ilmoitus paikalliselle ELY-keskukselle. Sen tulee pystyä tarjoamaan tilausvälityspalveluita ympärivuorokautisesti, välittämään tilauksia tasapuolisesti sekä vastaamaan ennakkotilausten vastaanottamisesta. (Taksiliikennelaki) Säädöksillä ei kuitenkaan pyritä estämään tilausvälityskeskusten kilpailua, vaan samalla alueella voi toimia useita tilausvälityskeskuksia. Laki ei koske esimerkiksi taksiyrityksen sisäistä pienimuotoista välitystoimintaa eikä myöskään matkojen yhdistelyyn liittyvää tilausten vastaanottamista ja näiden välittämistä. (Eduskunta 2006)

Henkilöautoilla suoritettavan ammattimaisen henkilöiden kuljettamisen lisäksi kysyntäohjautuvan liikenteen suorittaminen on mahdollista linja-autolla kutsujoukkoliikenteenä tai tilausliikenteenä. Joukkoliikennelupa oikeuttaa harjoittamaan linja-autolla tilausliikennettä eli markkinaehtoista liikennettä, jota harjoitetaan vain tilauksesta tilaajan määräämällä tavalla. Joukkoliikenneluvan saamiseksi tulee hakijan olla hyvämaineinen, vakavarainen ja ammatillisesti pätevä, mutta joukkoliikennelupien määrää ei rajoiteta kuten taksiliikennelupien määrää. Tilausliikenne on pääasiallisesti suunnattu suurempien ryhmien tai yritysten ja yhdistysten käyttöön, sillä yksityishenkilöitä tulee olla vähintään viiden hengen ryhmä, jotta tilausliikenteen käyttäminen on mahdollista. (Joukkoliikennelaki)

Liikenne- ja viestintäministeriössä on käynnissä taksi- ja tilausliikenteen lainsäädäntöön vaikuttava henkilöliikennelainsäädännön uudistus. Nyt käynnissä olevan uudistuksen ensimmäisen vaiheen tavoitteena on helpottaa julkisesti rahoitettujen henkilökuljetusten kustannuspaineita. Myöhemmin käynnistyvän toisen mittavamman uudistuksen lähtökohtana on, että henkilöliikenne edelleen perustuisi pääosin luvanvaraisuuteen, mutta luovuttaisiin tiukasta ja rajoittavasta sääntelystä. (LVM 2014b)

2.2.2 Kutsujoukkoliikenne

Kutsujoukkoliikenteessä matkoja yhdistelemällä pyritään linja-auton kyytiin saamaan kulloinkin mahdollisimman monta matkustajaa. Kutsujoukkoliikenteen harjoittajan on kutsujoukkoliikennelupaa hakiessaan näytettävä toteen matkojen yhdistelyyn käytetyt toimintaperiaatteet. Kutsujoukkoliikenteen reitti ja aikataulu muodostuvat etukäteen tehtyjen tilausten myötä. (Joukkoliikennelaki) Suomesta poiketen on kansainvälisesti

myös useita esimerkkejä taksien toimimisesta osana kutsujoukkoliikennettä (kts. Brake ym. 2007).

Aikaisempina vuosikymmeninä kutsujoukkoliikenne miellettiin ”ovelta-ovelle”-tyyppiseksi puhelinpalveluiden kautta tilatuksi joukkoliikenteeksi. Asiakkaat tilasivat matkat joitakin päiviä etukäteen ja liikennöitsijä pyrki yhdistelemään tilatut kyydit maanallisesti yhtenäisiksi matkaketjuiksi. Viime vuosina ICT-teknologioiden kehittymisen ansiosta kyytien yhdistelyä on alettu automatisoida, minkä myötä kyytien järjestely on muuttunut dynaamiseksi ja tehokkaammaksi. Näin myös kutsujoukkoliikenteen kustannuksia on saatu laskettua. Kun siirytään perinteisestä reittiperusteisesta joukkoliikenteestä kohti kutsujoukkoliikennettä, joustavuus niin reittien, ajoneuvojen kuin liikennöitsijän valikoitumisen suhteen kasvaa, ja nämä voidaan valikoida matkustajalle vain hetkeä ennen tehtävää matkaa (Kuva 1). Helsingin Seudun Liikenteen (HSL) Kutsuplus edustaa uuden sukupolven kutsujoukkoliikennettä, ja palvelun avulla on mahdollista tilata itselleen kuljetus yhdeksänpaikkaisella linja-autolla lähes reaaliaikaisesti Kehä I:n rajoittamalla alueella Helsingissä (Kutsuplus 2014b).



Kuva 1. Kiinteästä järjestelmästä kysyntäohjautuvuuteen (vasemmalta oikealle joukkoliikenteen joustavuus kasvaa) (Nelson ym. 2010).

Kutsujoukkoliikenteeseen käytetty matka-aika on yleensä pidempi kuin yksityisautolla vastaavaan matkaan käytetty aika. Matka-ajan koostumus poikkeaa kuitenkin perinteisen joukkoliikenteen matka-ajasta, sillä matkaan käytetty aika koostuu sopeutumisajasta, odotusajasta ja matka-ajasta. Sopeutumisaika on kyytinottoajan ja matkustajan määrittelemän ensimmäisen sopivan lähtöajan erotus (Jokinen ym. 2011, s. 2). Sopeutumisaika voidaan käyttää haluttaessa muihin toimintoihin, joten tätä ei välttämättä koeta yhtä epämiellyttävänä kuin jäljelle jäävää odotusaikaa pysäkillä, joka on kuitenkin usein ver-

rattain lyhyt. Matka-aika on noin 1,5-kertainen yksityisautolla tehtyyn matkaan (Jokinen ym. 2011, s. 4).

Kutsujoukkoliikenne tarjoaa käyttäjilleen hyvin joustavan matkustustavan, mutta sen yleistymiselle on haasteita. Jokinen ja Sihvola (2011, s. 5) listaavat kutsujoukkoliikenteen yleistymiselle haasteeksi käyttäjien henkilöautoriippuvuuden sekä liikennöitsijöiden asenteet uusia palveluita kohtaan, kriittisen massan saavuttamisen sekä palveluiden käytettävyyden ja liikenneympäristön aiheuttamat tekniset haasteet. Kutsujoukkoliikenne pystyy kuitenkin tarjoamaan lähes yksityisautoon verrattavissa olevaa joustavuutta niin matka-ajan kuin -kohteiden suhteen (Sihvola ym. 2012, s. 10), minkä ansiosta kutsujoukkoliikenne pystyy vastamaan useimpiin, mutta ei välttämättä kuitenkaan kaikkiin asiakastarpeisiin (Sihvola ym. 2012, s. 11). Vaikeasti ratkaistavia matkustustarpeita ovat ainakin suurien tavaramäärien kuljetus sekä matkaketjujen katkeaminen esimerkiksi vietäessä lapsia päiväkotiin työmatkalla (Sihvola ym. 2012, s. 10). Kutsujoukkoliikenne voi tarjota houkuttelevan vaihtoehdon varsinkin itsenäisesti matkustaville eläkeläisille sekä lapsille ja nuorille, jotka eivät itse pysty tai halua ajaa sekä pystyvät joustamaan aikataulujen suhteen (Sihvola ym. 2012, s. 10).

Vaikka kutsujoukkoliikenne ei pysty vastamaan kaikkiin liikennetarpeisiin, se voi silti täydentää muita kulkumuotoja tehokkaasti alentaen sekä liikenteen sisäisiä että ulkoisia kustannuksia (Jokinen ym. 2011). Kutsujoukkoliikenteessä mahdollisimman monta matkustajaa voidaan pyrkiä ottamaan kyytiin ja jättämään pois kyydistä samoilla asemissa ajoneuvon kulkeman matkan lyhentämiseksi ja järjestelmän tehokkuuden parantamiseksi (Sihvola ym. 2010, s. 2). Simulaatiotulosten perusteella pysähdysten yhdistely ilman pitkiä kävelymatkoja on kuitenkin toteutettavissa vain korkean kysynnän vallitessa (Sihvola ym. 2010, s. 11). Lisäksi myös kyytienyhdistelyn tehokkuus on riippuvainen kysynnästä. Matalan kysynnän myötä kyytejä pystytään yhdistämään vain harvoin ja ajoneuvot ajavat paljon tyhjillään. Korkea kysyntä parantaa kyytienyhdistelyn todennäköisyyttä ja korkea palvelutaso voidaan säilyttää jopa kysyntäpiikkien aikana. (Sihvola ym. 2010, s. 11) Jokisen ym. (2011, s.4) mukaan taksiliikenne pystyy sietämään vain 10 % odottamattoman kysynnän lisäyksen kun taas kutsujoukkoliikenteellä vastaava luku on jopa 50 %. Kyytienyhdistelyn ansiosta kysynnän tyydyttämiseen tarvittava ajoneuvojen määrä on yksilölliseen palveluun perustuviin kysyntäohjautuviin kulkumuotoihin verrattuna alhaisempi (Jokinen ym. 2011, s. 3).

Kutsujoukkoliikenteen vaikutukset ulkoisiin kustannuksiin ovat riippuvaisia kutsujoukkoliikenteen markkinaosuudesta (Jokinen ym. 2011, s. 4). Markkinaosuuden kasvaessa kokonaisliikennesuorite laskee ja esimerkiksi ruuhkista, onnettomuuksista, päästöistä ja maankäytöstä aiheutuvat liikenteen ulkoiset kustannukset vähenevät (Tuomisto ja Tainio 2005; Jokinen ym. 2011, s. 4). Mittakaavaetujen vuoksi myös kutsujoukkoliikenteen sisäiset kustannukset ovat riippuvaisia kysynnästä (Jokinen ym. 2011, s. 2).

2.2.3 Kimppakyydit

Kimppakyydillä tarkoitetaan tilannetta, jossa vähintään kaksi ihmistä matkustaa samalla autolla siten, että toinen toimii kyydin tarjoajana ja toinen matkustajana (Rintamäki ja Ansio 2013). Kimppakyydit mahdollistavat henkilöautolla suoritettavan kyytien yhdistelyyn perustuvan ja voittoa tavoittelemattoman kysyntäohjautuvan liikenteen nykyisen lainsäädännön puitteissa. Kimppakyydit ovat taksiliikennelain (2007) määrittelemän ammattimaisen henkilöiden henkilöautolla kuljettamisen ulkopuolista toimintaa, eli kimppakyytien tarjoamista ei voi esimerkiksi tehdä tulonhankintatarkoituksessa, eikä kuljetuspalveluja voi tarjota etukäteen yleisölle julkisella paikalla.

Kimppakyydit voidaan jakaa arkisiin tuttavien tai perheen kesken sovittuihin kyyteihin, jonkin organisaation kautta järjestettyihin kyyteihin sekä ad-hoc -kyyteihin (Chan ja Shaheen 2012, s. 6). Nykyään organisaatioiden kautta järjestettyjen kimppakyytien sopiminen tapahtuu usein Internetin kimppakyytipalveluiden välityksellä. Suomessa on pienimuotoisesti toiminnassa useita yksityisiä kimppakyytipalveluita. Näitä palveluita ovat esimerkiksi Greenriders.fi, kyydit.net ja useat Facebookin kautta toimivat kimppakyytien järjestämiseen keskittyneet ryhmät. Kimppakyytipalvelujen kautta sovitut kimppakyydit ovat yleisimpiä Suomessa yli 100 kilometrin matkoilla. Nykyisellään kimppakyytipalveluiden kautta sovitulla kimppakyydeillä on Suomessa merkitystä vain yli 50 000 asukkaan kaupungeissa ja näiden välisillä matkoilla. Muissa tapauksissa tarjonnan vähäisyyden ja informaation hajanaisuuden vuoksi kyytien löytäminen kimppakyytipalveluiden kautta on kohtuuttoman vaikeaa. Kimppakyydeillä ei ole tällä hetkellä Suomessa merkittävää vaikutusta henkilöliikenteeseen koko liikennejärjestelmää tarkasteltaessa. (Rintamäki ja Ansio 2013)

Suomessa ei ole määritelty selkeästi rajaa ammattimaisen kimppakyytien tarjoamisen ja lain salliman voittoa tavoittelemattoman toiminnan välillä. Suomalaiset kimppakyytien välittäjät eivät harjoita toimintaa pääelinkeinonaan, mutta kyytien välityksestä palkkion

perimisen mahdollistaminen voisi aktivoida palveluiden kehittymistä ja kannustaa välittäjiä takaamaan esimerkiksi myös lyhyiden matkojen onnistumisen. Polttoainekustannusten jakaminen on vakiintunut käytäntö kimppakyytien kustannuksia jaettaessa, mutta toiminnan ammattimaisuuden rajana voitaisiin käyttää myös esimerkiksi verottajan määrittelemää 0,45 euron kilometrikorvausta. Suomessa määrittelyn ammattimaisen ja voittoa tavoittelemattoman toiminnan välillä tekee verottaja. (Rintamäki ja Ansio 2013, s. 17, 40)

Kimppakyytien vaikutuksista liikennejärjestelmään on vaihtelevia tuloksia. Osassa Yhdysvaltoja on huomattavassa suosiossa ad-hoc –kimppakyydit, joissa auton omistaja ajaa kimppakyytipysäkillä ja ottaa kyytiinsä riittävän määrän matkustajia pystyäkseen ajamaan moottoritieillä kimppakyytikaistalla (HOV-lane) (Chan ja Shaheen 2012, s. 10–11). Ad-hoc –kimppakyytien vaikutuksista on ristiriitaisia tuloksia (Chan ja Shaheen 2012, s. 12). On mahdollista, että ad-hoc –kimppakyydit ovat jopa lisänneet autojen määrää, mutta silti kyytien yhdistelyn ansiosta vähentäneet matkustajien suhteellista energiankulutusta (Minett ja Pearce 2011, s. 132). Joukkoliikenteeseen tarvittavat investoinnit ovat voineet vähentyä osan matkustajista siirryttyä joukkoliikenteestä kimppakyyteihin (Minett ja Pearce 2011, s. 136).

Rintamäen ja Ansion (2013, s. 30) mukaan Suomessa potentiaalisin kimppakyytiasiakas on 26–45-vuotias, kerran viikossa kyytiä tarvitseva henkilö, joka arvostaa henkilöauton joustavuutta verrattuna joukkoliikenteeseen. Rintamäki ja Ansio (2013, s. 30–31) hahmottelevat nykyisten suomalaisten kimppakyytipalveluiden asiakaspotentiaalia kahden käyttäjäryhmän, joukkoliikenteen pakkokäyttäjän ja vapaaehtoisikäyttäjän, avulla. Pakkokäyttäjälle, joka ei voi turvautua yksityisautoon ja asuu kaupunkikeskustojen ulkopuolella, kimppakyydit tarjoavat tällä hetkellä vapaa-ajan matkoille edullisen matkustustavan. Kimppakyytipalveluiden alhainen käyttäjämäärä maaseudulla alentaa todennäköisyyttä löytää sopivaa kimppakyytiä, ja tämän vuoksi haja-asutusalueilla tulisi Rintamäen ja Ansion (2013, s. 33) mukaan tulevaisuudessa tähdätä aluetyyppikohtaisten palveluinnovaatioiden kehittämiseen. Kaupungissa asuvalle vapaaehtoiselle joukkoliikenteen käyttäjälle puolestaan joukkoliikenteen tarjonta vapaa-ajan matkoilla on riittävällä tasolla ja lipputuotteet ovat edullisia, joten kimppakyytien houkuttelevuus on alhainen. Työperäisillä matkoilla kimppakyydit voisivat tarjota vapaaehtoiselle käyttäjälle houkuttelevan vaihtoehdon kimppakyytien nopeuden, edullisuuden ja määränpääkohtien jouston ansiosta. (Rintamäki ja Ansio 2013, s. 31)

2.2.4 Yhteiskäyttöautot ja vertaisvuokraus

Yhteiskäyttöautoilu on parin viime vuosikymmenen aikana yleistynyt palvelu, joka pyrkii tarjoamaan vaihtoehdon yksityisauton omistamiselle. Yhteiskäyttöautoilu voidaan mieltää hajautetuksi ja joustavaksi autonvuokraukseksi. Autonvuokrauksesta poiketen yhteiskäyttöautoa käytetään usein arkisiinkin tarpeisiin omassa lähiympäristössä. Yhteiskäyttöauton voi ottaa käyttöön esimerkiksi vain tunniksi, ja auton käyttöönotto sekä palautus tapahtuvat itsepalveluna ympäri kaupunkia sijoitelluilta nouto- ja palautuspisteiltä. Yhteiskäyttöauto varataan Internetissä tai puhelimitse. Auto otetaan käyttöön esimerkiksi älykortilla tai matkapuhelimella, jolloin auton lukko avataan etänä. Yhteiskäyttöauton hintaan sisältyy polttoaine, ja mahdollisen jäsenmaksun lisäksi käytöstä laskutetaan jälkepäin ajettujen kilometrien sekä käytetyn ajan mukaan. Suomessa on toistaiseksi ollut toiminnassa vain yksi yhteiskäyttöautopalvelu, City Car Club Helsingissä. (Voltti 2010)

Vertaisvuokraus on viime vuosina yhteiskäyttöautoilun rinnalle muodostunut palvelu, jossa yksityinen auton omistaja vuokraa autonsa toiselle palvelun käyttäjälle yhteiskäyttöautomaisesti. Esimerkkejä vertaisvuokrauspalveluista ovat suomalainen Kortteliauto ja yhdysvaltalainen Relayrides (Dutzik ym. 2013; Kortteliauto 2014).

Henkilöauton korvikkeeksi yhteiskäyttöauto voi sopia henkilöille, jotka ajavat vuosittain alle 10 000 kilometriä, eivätkä tarvitse autoa päivittäin, sillä tällöin oman autoon verrattuna palvelun käyttö on todennäköisesti edullisempaa. Yhteiskäyttöautopalveluiden vaikutuksista on alueellisista eroista johtuen vaihtelevia tuloksia, mutta pääasiassa nämä tulokset viittaavat yksityisautojen huomattavaan vähenemiseen ja ajosuoritteiden laskuun. Suomessa yhteiskäyttöautoilijoiden talouksista autottomia on ollut noin 60 % ennen liittymistään yhteiskäyttöautopalvelun jäseneksi ja vastaavasti liittymisen jälkeen noin 80 %. Aiemmin autottomista noin 20 % jätti auton hankkimatta ja noin 30 % jäsenistä luopui aiemmin omistamastaan autosta. (Voltti 2010)

Loosen (2010) mukaan eurooppalaisten yhteiskäyttöautopalveluiden yksi yhteiskäyttöauto korvaa keskimäärin neljästä kahdeksaan yksityisautoa, kun osa käyttäjistä luopuu omistamastaan yksityisautostaan ja osa jättää auton hankkimatta. Suomessa vastaava luku voi olla huomattavasti suurempi City Car Clubin jäsenille tehdyn asiakaskyselyn perusteella. Syinä tähän voi olla sekä Suomessa vallitsevat korkeat autojen omistamiseen liittyvät kiinteät kustannukset että City Car Clubin muista eurooppalaisista yhteis-

käyttöautopalveluista poikkeava joustava autojen palautusjärjestely: toisin kuin useimmissa muissa yhteiskäyttöautopalveluissa City Car Clubin autoa ei tarvitse palauttaa samaan sijaintiin, josta se on haettu. Yksi yhteiskäyttöauto saattaa täten korvata Suomessa jopa 20 yksityisautoa. Haastatellut suomalaiset yhteiskäyttöautopalvelun käyttäjät voidaan kuitenkin luokitella ”aikaisiksi omaksujiksi”, joiden käyttäytyminen poikkeaa valtaväestöstä, joten kyseinen luku saattaa tulevaisuudessa olla pienempi. (Voltti 2010)

Yhteiskäyttöautojen läpinäkyvä kustannusrakenne ei houkuttele ajamaan turhaan. Joukkoliikenne, pyöräily sekä kävely säilyvätkin yhteiskäyttöautoilijoiden ensisijaisina kumuutoina. Yhteiskäyttöautoilun myötä henkilöautosuorite lisääntyy aikaisemmin autottomilla asiakkailla, kun taas pienellä osalla asiakkaista, jotka luopuvat autosta jäsenyyden myötä henkilöautosuorite vähenee huomattavasti. Yhteensä yhteiskäyttöautoilijoiden henkilöautosuoritteen on todettu vähenevän selvästi yhteiskäyttöautoilun myötä. Tämä yhdistettynä yhteiskäyttöautojen keskimääräistä autokantaa pienempiin yksikköpäästöihin yhteiskäyttöautoilijat tuottavat selvästi vähemmän henkilöautosuoritetta ja hiilidioksidipäästöjä kuin keskimääräinen väestö. (Voltti 2010)

2.3 Potentiaaliset asiakkaat ja haasteita yleistymiselle

Tämän luvun sisältö pohjautuu ensisijaisesti haastatteluihin², joissa muun muassa pohdittiin, ketkä olisivat potentiaalisia asiakkaita käyttämään yhteiskäyttöisiä ja jaettuja liikennepalveluita. Nuorten, jotka eivät vielä ole tehnyt investointia yksityisautoon, arvioitiin olevan potentiaalisessa asemassa uudenlaisten liikennepalveluiden omaksujina.

Uudenlaisten liikennepalveluiden potentiaalisia asiakkaita ei kuitenkaan välttämättä voi rajata vain ennalta määrättyihin asiakasryhmiin, vaan palveluiden tulisi pikemminkin vastata ihmisten eri tilanteissa ja elämänvaiheissa ilmeneviin erilaisiin käyttötarpeisiin. Esimerkiksi joku voi haluta säilyttää yksityisautossaan pysyvästi henkilökohtaista omaisuutta. Toisaalta tavarakuljetukseenkin syntyy luultavasti uusia palveluja. Yksityisautoa ei myöskään tarvitsisi omistaa esimerkiksi vain mökille matkustamista varten, jos kaupungin ulkopuolelle matkustaessa voisi esimerkiksi vuokrata edullisen auton osana liikumisen palvelupakettia. Erilaisiin käyttötarpeisiin vastaamisen puolesta puhuu myös

² Suoritetut haastattelut on kuvattu johdannon (luku 1.5) yhteydessä

se, että esimerkiksi Kutsuplussalla tehdään hyvin monenlaisia matkoja, ja palvelulla on laaja käyttäjäkunta. Kutsuplussalla on tehty muun muassa työmatkoja, etenkin poikkeuksellisiin sijainteihin ja työasiamatkoihin. Harvat asiakkaat kuitenkaan käyttävät Kutsuplussaa säännölliseen työmatkaan, koska palvelun käyttäminen on kalliimpaa kuin perinteisen joukkoliikenteen käyttäminen. Sen jälkeen kun Kutsuplussan aukioloajat laajenivat iltaan, Kutsuplussalla on tehty matkoja muun muassa ravintoloihin, ja esimerkiksi lasten vieminen harrastuksiin voi olla käteväämpää kuin joukkoliikenteellä.

Haastatteluissa nähtiin yhtenä keskeisenä haasteena, että yksityisauto hankitaan usein tiettyyn tarpeeseen, kuten työmatkoja varten, mutta auton hankittuaan ihmiset päätyvät käyttämään autoa lähes kaikkiin matkustustarpeisiin. Myös autoedun voidaan nähdä haittaavan vaihtoehtojen kehittymistä yksityisautoille.

Haastatteluissa kävi ilmi, että HSL:n Kutsuplus-palvelussa on käyttäjien määrä ollut jonkinasteinen pettymys alkuodotuksiin nähden, sillä palvelua ei vielä täysin ole saatu läpi käyttäjille. Käyttäjämäärät ovat kuitenkin lisääntyneet tasaisesti kokeilun aikana. On mahdollista, että Kutsuplussan kohdalla on kyse jonkinlaisesta ”tottumusmuutoksesta”, eli sitä ei osata ottaa mukaan kulkumuotojen valintaan kuin ehkä erikoistapauksessa. Ensimmäisestä kuulemisesta ja tutustumisesta on pitkä matka siihen, että asiakas käyttää palvelua vakituisesti ja ottaa palvelun aina oikeasti huomioon kulkumuodon valinnassa. Lisäksi nykyinen toimintasäde voidaan nähdä rajoitteena, sillä Kutsuplus ei nykyisellään tue esimerkiksi poikittaisliikennettä, vaan toimii jo hyvän joukkoliikenteen palvelutason omaavalla alueella.

Yksi haaste uudelle kysyntäohjautuvalle kulkumuodolle, kuten Kutsuplussalle, on että kasvattamalla palvelua tämä voisi saavuttaa selkeitä mittakaavaetuja, mutta tähän tarvitaan investointeja. Jaettujen kyytien järjestelmässä voidaan yhdistellä kyytejä sitä paremmin, mitä enemmän on kysyntätiheyttä, mikä johtaa palvelutason ja tehokkuuden kasvuun. Nykyisellään Kutsuplussalla on jo tyytyväisiä asiakkaita, mutta skaalauseta ja parasta tehokkuutta ei saavuteta ilman investointeja. On mahdollista, että HSL:n on vaikea nykyisessä kuntien taloustilanteessa tehdä riittäviä investointeja. Autonomisten autojen myötä Kutsuplussan hinnat oletettavasti kuitenkin halpenisivat, mikä voisi lisätä kysyntää, ja mittakaavaetujen saavuttaminen tämän myötä voisi olla helpompaa.


2.4 Tilausjärjestelmät

Kysyntäohjautuvien liikennemuotojen käyttäminen tapahtuu tilausjärjestelmien kautta. Asiakas ilmoittaa tilausjärjestelmän kautta palveluntarjoajalle tiedot haluamansa matkan yksityiskohdista, kuten matkan määränpään ja ajankohdan. Tämän jälkeen tilausjärjestelmä ehdottaa esimerkiksi kutsujoukkoliikennevaihtoehtoja, joista asiakas voi hyväksyä haluamansa vaihtoehdon, minkä jälkeen tieto matkustajan tilauksesta välitetään kuljettajalle (Ambrosino ym. 2004, s. 12). Pyrittäessä tarjoamaan uudenlaisia joustavampia yksityisautoilun ja joukkoliikenteen välimaastoon sijoittuvia kysyntäohjautuvia liikennepalveluita on ICT-teknologioiden mahdollistamien informaatiojärjestelmien arvioitu olevan palveluiden menestyksen kannalta ratkaisevassa asemassa (Beecroft ja McDonald 2005; Hoogma ym. 2005, s. 132-133).

Kysyntäohjautuvan liikenteen tilausjärjestelmä voidaan jakaa neljään osaan: (1) kyytien välityksestä ja ajoneuvojen hallinnasta huolehtivaan tilauskeskukseen, (2) ajoneuvojen ja tilauskeskuksen väliseen kommunikaatiojärjestelmään, (3) ajoneuvoissa sijaitseviin päätelaitteisiin, jotka näyttävät kuljettajalle tietoja esimerkiksi asiakkaista ja tilatuista kyydeistä, sekä (4) asiakkaiden käyttöliittymiin, jotka mahdollistavat asiakkaiden ja tilauskeskuksen välisen kommunikaation mahdollisesti useiden eri kanavien, kuten puhelimen ja internetin välityksellä. (Ambrosino ym. 2004, s. 13-14)

Esimerkkinä uudenlaisesta vahvasti ICT-järjestelmiin perustuvasta kysyntäohjautuvan liikenteen tilausjärjestelmästä Kutsuplussin tilausjärjestelmä toimii Internetin välityksellä siten, että käyttäjä syöttää haluamansa lähtöpaikan ja määränpään, minkä jälkeen palvelu ehdottaa erihintaisia matkoja riippuen arvioidusta matka-ajasta (Kuva 2). Matkan voi tilata heti tai korkeintaan tunnin päähän. (Kutsuplus 2014b)

Yhteenveto
Hae matkoja
Omat matkat
Asetukset
Blogi
Tuki
Kirjaudu ulos


kutsuplus

Valitse matka

MistäKaivokatu 10, Helsinki
MihinKlaarantie 3, Helsinki
Haluan lähteä13:13

Matkustajia1

Säästö
4,26 €
Lähtöaika
13:26



Perillä (arvio)
13:53 ± 8 min

0,2 km15-30 min0,2 km


Normaali
5,33 €
Lähtöaika
13:26

Perillä (arvio)
13:50 ± 5 min

0,2 km15-25 min0,2 km

Reittiopas	Lähtöaika	Perillä	Vaihtoja
 66A	 0,3 km	13:15	13:31
			0

Taksi
Tilaa taksi



Tekstiviestitilaus
Käyttöehdot
Tietosuoja
Hinnat

Kuva 2 Kutsuplussin tilaus onnistuu Internetin välityksellä (HSL 2014c)

Kutsuplus-matka maksetaan etukäteen palvelun oman matkakukkaron avulla (Kutsuplus 2014b). Kutsuplussin hinnoittelu perustuu aloitusmaksuun ja suurimman reitin mukaiseen kilometriperusteiseen hinnoitteluun (Kutsuplus 2014a). Hinnoittelu on rakenteeltaan hyvin samankaltainen kuin taksimatkan hinnoittelu, joka koostuu normaalitilanteissa perusmaksusta sekä kilometriperusteisesta hinnoittelusta (Taksiliitto 2014). Vertailuna perinteisen joukkoliikenteen matka esimerkiksi pääkaupunkiseudulla maksetaan lippuotteiden avulla. Lippujen hinta perustuu kuntien aluerajoihin ja siihen, kuinka monen kunnan alueella matkustetaan (HSL 2014b).

Suomessa on käynnissä joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten, Liikenneviraston ja HSL:n ajamat uudistukset, jotka tähtäävät yhtenäiseen joukkoliikenteen lippu- ja maksujärjestelmään. Tarkoituksena on tehdä lippuotteista ja informaatiojärjestelmistä eri puolilla maata samankaltaisia ja mahdollistaa esimerkiksi HSL:n sähköisen matkali-

pun, Matkakortin, lataamisen verkko- ja mobiilipalveluiden avulla (HSL 2014a; Liikennevirasto 2014). Uudistukset koskevat kuitenkin vain perinteistä joukkoliikennettä.

Tällä hetkellä tässä työssä käsiteltyjen kysyntäohjautuvien liikennemuotojen tilausjärjestelmät toimivat toisistaan erillisinä kokonaisuuksina. On mahdollista, että tämä tilausjärjestelmien hajautuminen hankaloittaa kysyntäohjautuvien kulkumuotojen käyttöä. Kysyntäohjautuvan liikenteen luonteesta johtuen on riittävän kysyntätiheyden saavuttaminen oleellista palvelun menestykselle ja saavutettavien mittakaavaetujen laajuudelle. Brake ym. (2007, s. 463) toteavatkin, että kutsujoukkoliikenteen tunnettavuus on oleellista tämän menestykselle. Tunnettavuuden edistämiseksi kutsujoukkoliikenteessä käytettävien informaatiojärjestelmien tulisi hyödyntää yleisesti hyväksyttyjä datastandardeja, jolloin voidaan taata yhteentoimivuus olemassa olevien joukkoliikenteen informaatiojärjestelmien kuten reittioppaiden kanssa. Rintamäen ja Ansion (2013) tekemässä tunnetuimpiin suomalaisiin kimppakyytipalveluihin kohdistuneessa käyttäjätutkimuksessa informaation hajanaisuus havaittiin keskeiseksi ongelmaksi kimppakyytien yleistymiselle. Kimppakyytien tarjoajat ja hakijat ovat hajautuneet Suomessa useisiin eri palveluihin, minkä vuoksi sopivan kyydin löytäminen on vaivalloista, eivätkä kysyntä ja tarjonta aina kohtaa. Käyttäjät toivoivatkin kimppakyytien yhdistämistä yhteen palveluun. Rintamäki ja Ansio (2013) peräänkuuluttavat, että julkinen sektori voisi tehdä kimppakyydeistä hyväksytympiä ja kyytien löytämisestä helpompaa mahdollistamalla joukkoliikenteen ja kimppakyyti-informaation rinnankäytön sen sijaan, että julkinen sektori ottaisi aktiivista roolia kimppakyytitoimijana.

Yhtenäistä kysyntäohjautuvan liikenteen ja joukkoliikenteen tilausjärjestelmää pidettiin myös haastatteluissa³ oleellisena tulevaisuuden kehityssuuntana. Tulevaisuudessa tällainen palvelu voisi neuvoa käyttäjälle matkaketjun aina polkupyörästä lentokoneeseen, mutta ratkaisevana kysymyksenä on, miten tällainen palvelu toteutetaan ja saadaan laajaan käyttöön. Lisäksi haastatteluissa tuotiin esiin, että HSL:n Kutsuplussin ja Reittioppaan integraatio ei vielä toimi parhaimmalla mahdollisella tavalla.

Haastatteluissa myös Kutsuplussin normaalista linjaliikenteestä poikkeavaa hinnoittelua ja palvelun tuntemattomuutta pidettiin palvelun käyttöä ja palveluun tutustumista rajoittavina tekijöinä. Tuntemattomuuteen saattaisi auttaa, jos Kutsuplussin kyytitarjousta

³ Suoritetut haastattelut on kuvattu johdannon (luku 1.5) yhteydessä

hintoineen ja matka-aikoinen voisi vertailla samassa palvelussa rinnakkain vastaavan joukkoliikenne- ja taksiliikennevaihtoehdon kanssa. Kutsuplus-palvelussa on jo Reittiopas integroituna sekä mahdollisuus tilata lähin taksi puhelimella. HSL:n Reittioppaassa taasen tulee ilmoitus, jos alueella on käytössä Kutsuplus. Nykyisellään ei siis vielä ole mahdollista nähdä HSL:n Reittioppaasta joukkoliikennematkojen rinnalla, kuinka kauan ja paljonko maksaisi vastaava matka Kutsuplussalla. Syvällisemmässä Kutsuplussan integroinnissa Reittioppaaseen on haasteena, että kaikkiin Reittiopas-hakuihin ei voida vielä antaa Kutsuplus-kyytitarjousta, koska Kutsuplussan tilausprosessi on hyvin laskentaintensiivinen. Kutsuplus-palveluun voisi kuitenkin olla mahdollista tulevaisuudessa avata tilausrajapinta kolmannen osapuolen palveluiden käyttöön, mutta toteutustavasta ei nykyisellään ole varmuutta.

2.5 Päätelmät

Kysyntäohjautuvat liikennemuodot voivat tarjota perinteistä joukkoliikennettä joustavampia ja yksityisautoilua edullisempia tapoja matkustaa. Kysyntäohjautuvat liikennemuodot alentavat yksityisautoilun ulkoishaittoja suhteessa saavutettuun markkinaosuuteen ja myös kysyntäohjautuvien liikennemuotojen tehokkuus kasvaa saavutettavien mittakaavaetujen myötä.

Luvussa 5 määriteltävälle kysyntäohjatuille tilausjärjestelmälle voidaan tämän luvun pohjalta tunnistaa seuraavanlaisia tavoitteita:

- ⇒ Järjestelmä täyttää perinteisen joukkoliikenteen ja yksityisautoilun väliin jäävää tarvetta joustaville ja edullisille matkustustavoille tukemalla kysyntäohjautuvia liikennemuotoja.
- ⇒ Koska kysyntäohjatuvan liikenteen keskeinen ongelma on saavuttaa riittävä kysyntätiheys – jotta kyytien tarjoaminen on kannattavaa ja palvelut voivat saavuttaa mittakaavaetuja – tilauspalvelu tuo yhteen mahdollisimman monia toimijoita ja helpottaa näin toimijoiden mittakaavaetujen saavuttamista.
- ⇒ Tilauspalvelu tarjoaa rinnakkain eri kulkumuotojen kyytitarjouksia hintoineen ja matka-aikoinen, mutta samalla ottaa huomioon kysyntäohjautuvien liikennemuotojen liikennöitsijöiden omien tilausjärjestelmien mahdollisesti laskentaintensiiviset prosessit.
- ⇒ Järjestelmä vastaa moninaisiin ja vaihteleviin asiakastarpeisiin.

Kysyntäohjautuvien liikennemuotojen yleistymiselle on tunnistettavissa seuraavanlaisia haasteita:

- Taksiliikenteen lupien säätely rajoittaa kysyntäohjautuvien järjestelmien käyttöönottoa.
- Tarvitaan luottamusta uudenlaisiin liikennepalveluihin ja toisiin käyttäjiin.
- Kimpakyytien veloituserusteita on tarpeen selkeyttää.
- Kysyntäohjautuvan liikenteen kehittäminen edellyttää taloudellisia panostuksia.

3 Automatisoidut autot

3.1 Taustaa

3.1.1 Käsitteet

Autojen automaatiolle voidaan luokitella useita eri tasoja aina täysin ilman automaatiota toimivista autoista täysin autonomisiin autoihin. Yhdysvaltain liikenneturvallisuusviranomaisen National Highway Traffic Safety Administration NHTSA (2013) on jakanut autojen automaatioiden tasot luokkiin 0-4.

NHTSA:n nollataso tarkoittaa autoja, joissa kuljettaja vastaa koko ajan kaikesta auton ohjaamisesta. Nollatason autoissa saattaa kuitenkin olla kuljettajaa ohjaavia tai avustavia varoituslaitteita tai automaattisia toissijaisia toimintoja kuten pyyhkimet tai hätävilkut.

Ensimmäisen tason automaatiolla tarkoitetaan yksittäisten toimintojen automatisointia, kuten vakionopeudensäädintä. Toisen tason automaatiossa useampi yksittäinen automaattinen toiminto toimii yhtäaikaaisesti. Toisen tason automaatiossa kuljettaja vapautuu automatisoitujen toimintojen ohjaamisesta, mutta voi joutua ottamaan auton hallintaansa ilman aiempaa varoitusta.

Kolmannen tason automaatiossa auto pystyy toimimaan tietyissä tilanteissa täysin itsenäisesti. Auton tulee tarkkailla ympäristössä tapahtuvia muutoksia siten, että kun auto kohtaa tilanteen, josta se ei ilman kuljettajaa selviä, kuten esimerkiksi tietyömaan, luovuttaa auto ohjauksen takaisin kuljettajalle varoajan kuluessa.

Korkeimman eli neljännen tason automaatiossa auto toimii täysin itsenäisesti siten, että ihminen asettaa autolle halutun määränpään, mutta auto suorittaa ajon täysin itsenäisesti, joko ihmisen ollessa kyydissä tai auton ollessa tyhjillään.

Edellä kuvattuun luokitteluun pohjautuen tässä työssä keskitytään kaikista kehittyneimpiin autojen automaation tasoihin kolme ja neljä. Automatisoidulla autolla tarkoitetaan tässä työssä yleisesti tason 2-4 automatisoitua autoa ja autonomisella autolla tason neljä automatisoitua autoa, joka suoriutuu ajamisesta täysin itsenäisesti, eikä kuljettajaa tarvita.

3.1.2 Nykytilanne

Useat autonvalmistajat sekä teknologiayritykset, kuten Google, ovat viime vuosina kehittäneet hyvin edistyneitä automatisoituja henkilöautoja, jotka pystyvät jopa ajamaan itsenäisesti normaalin liikenteen seassa. Mahdollisuus yhdistää täysin ilman kuljettajaa liikkuvat autonomiset autot jo lähivuosina osaksi nykyistä liikennejärjestelmää tuo mukanaan niin suuria haasteita kuin mahdollisuuksiakin. Tämän työn kannalta oleellisia autonomisten autojen vaikutuksia, jotka kohdistuisivat kysyntäohjautuvaan liikenteeseen, käsitellään erikseen luvussa 3.4. Fagnant ja Kockelman (2013) ovat keränneet automatisoitujen autojen muita oletettuja hyötyjä, joihin lukeutuu muun muassa liikeneruuhkien, polttoaineen kulutuksen ja päästöjen vähentyminen reagoimalla nopeammin ja älykkäämmin liikennevirran muutoksiin. Näiden hyötyjen todellinen laajuus riippuu kuitenkin autonomisten autojen markkinaosuudesta sekä autojen kyvystä kommunikoida keskenään ja infrastruktuurin kanssa. Autonomisten autojen haittana voidaan puolestaan nähdä mahdollinen lisääntyvä henkilöautokeskeisyys sekä haasteina muun muassa lainsäädännölliset tekijät ja vastuukysymykset, joita pyrittiin kartoittamaan työn aikana tehdyissä haastatteluissa.

Edellä mainittujen hyötyjen lisäksi automatisoitujen autojen odotetaan lisäävän ennen kaikkea liikenneturvallisuutta. Voidaan olettaa, että automatisoidut autot ovat ihmistä nopeampia reagoimaan eivätkä ole alttiita esimerkiksi onnettomuuksille, jotka johtuvat alkoholin ja/tai päihteiden käytöstä tai kuljettajan keskittymisen herpaantumisesta (Fagnant ja Kockelman 2013, s. 3). Jopa 90 – 95 % liikenneonnettomuuksista voidaan pitää inhimillisistä syistä johtuvina (Hoeger ym. 2011, s.1; Fagnant ja Kockelman 2013, s. 3). Esimerkiksi Suomessa vuonna 2012 ajoneuvojen tekniset viat vaikuttivat suoraan vain kuuteen prosenttiin kuolemaan johtaneista onnettomuuksista (Liikennevakuutuskeskus 2013, s. 17). Positiivisimmat arviot onnettomuuksien vähenemisestä ovat jopa 90 % automatisoitujen autojen markkinaosuuden saavuttaessa 90 % ja vastaavasti 50 % markkinaosuuden ollessa kymmenen prosenttia (Fagnant ja Kockelman 2013, s. 18).

Automatisoitujen autojen turvallisuusvaikutuksia voivat kuitenkin alentaa useat tekijät, kuten mahdollisesti lisääntyvä riskinotto ja liikennesuorite (Litman 2013, s. 5). Osittaisen automaation on lisäksi todettu simulaatioissa heikentävän kuljettajien keskittymistä ja kykyä ottaa auto tarvittaessa takaisin hallintaan (Merat ym. 2014). Goodall (2014) argumentoi, että automatisoidut autot eivät voi koskaan täysin välttää onnettomuuksia. Automatisoitujen autojen onnettomuudet voivat johtua esimerkiksi laitteistojen pettämi-

sestä, virheistä ohjelmistoissa sekä havainto- ja päättelyvirheistä (Fraichard ja Kuffner 2012). Edes täydellisesti toimiva automatisoitu auto ei välttämättä voi välttää kaikkia ihmisten ajamista ajoneuvoista, jalankulkijoista ja pyöräilijöistä tai villieläimistä johtuvia onnettomuuksia (Goodall 2014, s. 3).

Automatisoitumisen lisäksi on mahdollista, että tulevaisuudessa autot tulevat muuttumaan huomattavasti myös rakenteellisesti. Nykyisen kaltaisilla henkilöautoilla on mm. merkittävä tilantarve ja suuri matkustajamääriin suhteutettu energiankulutus (Mitchell 2010). Pienempiä vain muutaman hengen yhteiskäyttöisiä autoja, jotka voisivat lisäksi toimia esimerkiksi sähkökäyttöisesti, on ehdotettu vaihtoehtona nykyisenkaltaisille autoille (mm. van Dijke ja May 2008; Mitchell 2010; Burns ym. 2013; Urmson ja Google Inc. 2014a). Pienemmät autot saattaisivat myös muokata ihmisten tapaa käyttää erilaisia kulkumuotoja ja tehdä yhteiskäyttöisistä autoista huomattavasti henkilökohtaisempia. Koska autojen käyttöön liittyy suoraan niiden käyttöarvoon liittyvien tekijöiden lisäksi muita, esimerkiksi itsensä ilmaisuun liittyviä tekijöitä (esim. Gardner ja Abraham 2007; Steg 2005; Steg ym. 2001), voivat ihmisten asenteet rajoittaa (tai myös edistää) uudentyyppisten, esimerkiksi nykyistä oleellisesti pienempien autojen yleistymistä.

3.1.3 Teknologinen kehitys

Ozguner ym. (2011, s. 3-10) ovat tehneet kattavan katsauksen automatisoitujen autojen historiaan. Ensimmäisen itsestään liikkuvan auton konseptin esitteli jo vuonna 1939 General Motors, ja teknologiset kehitysprojektit seurasivat seuraavina vuosikymmeninä. Vaikka ajatus itsestään liikkuvasta autosta ei ole uusi, on se nykyisellään yhä ajankohtaisempi, kun useat autonvalmistajat ovat julkistaneet kehitysprojekteja, joissa autonomiset autot pyritään tuomaan kuluttajien käyttöön.

Useimmilla autonvalmistajilla on markkinoilla autoja, jotka sisältävät NHTSA:n luokittelun mukaisesti ensimmäisen tason automaatioteknologioita. Osa autonvalmistajista on tuonut markkinoille myös toisen asteen automaatioteknologioita, kuten pysäköinnissä ja kaistalla pysymisessä avustavia toimintoja. Googlen käyttämät autot ovat esimerkki tason kolme automatisoiduista autoista, sillä autot ovat liikkuneet normaalin liikenteen seassa, mutta mukana on edelleen ollut myös kuljettaja (Lutin ym. 2013). Autonvalmistajien ja teknologiayritysten julkistamien tietojen perusteella Google on tällä hetkellä pisimällä automatisoitujen autojen kehitystyössä. Mediatietojen mukaan Google on enustanut tuovansa korkeasti automatisoidun henkilöauton markkinoille vuoteen 2018

mennessä (Bloomberg 2013). Lisäksi monet toimijat aikovat aloittaa autonomisten tai korkeasti automatisoitujen autojen testiprojekteja yhdessä kuluttajien kanssa: Google Kaliforniassa ”seuraavina vuosina” (Urmson ja Google Inc. 2014a), Nissan vuonna 2018 Ranskassa, Japanissa ja Yhdysvalloissa (Reuters 2014) sekä Volvo Göteborgissa vuonna 2017 (Volvo Car Group 2013). Toukokuussa 2014 Google ilmoitti valmistavansa sata kappaletta kahden hengen automaattisia autoja (Kuva 3). Autojen on tarkoitus toimia myöhemmin autonomisesti siten, että normaalin auton ohjaimien tilalla on pelkästään käynnistys- ja sammutusnappi sekä näyttö, josta näkee auton kulkeman reitin. (Urmson ja Google Inc. 2014a)



Kuva 3. Googlen tuorein julkistus on ohjauslaitteeton automatisoitu auto (Urmson ja Google Inc. 2014a)

EU on tukenut 2000-luvulla useita automatisoidun joukkoliikenteen kehityshankkeita. Esimerkiksi Citymobil-hankkeessa tutkittiin useiden erilaisten automaattisten sekä autonomisten ajoneuvojen hyödyntämistä joukkoliikenteessä. Osa ajoneuvoista oli täysin autonomisia muusta liikenteestä erillään kulkevia ajoneuvoja sekä osa osittain automatisoituja liikenteen seassa kulkevia ajoneuvoja. Hankkeen aikana toteutettiin useita suurempia sekä pienempiä käytännön kokeiluita, joiden avulla kerättiin tietoa muun muassa ihmisten mielipiteistä automatisoitua joukkoliikennettä kohtaan, teknisistä ja operatiivisista vaatimuksista sekä niin hallinnollisista esteistä kuin automaattisen joukkoliikenteen vaikutuksista ympäristöystävällisempien kaupunkien kehittämisessä (van Dijke ja van Schijndel 2012). Vantaa oli mukana aiemmassa Citymobil-hankkeessa sekä nyt käynnissä olevassa Citymobil2-hankkeessa, jossa on tarkoitus kuljettaa matkustajia pikubusseilla uuden Kehäradan Kivistön juna-aseman ja Kivistön asuntomessualueen välillä aidatulla kevyen liikenteen väylällä yhden kuukauden ajan kesä-heinäkuussa 2015 (Vantaan Innovaatioinstituutti Oy 2014).

Teknologiat, jotka mahdollistavat automatisoidut autot, voidaan jakaa neljään kategori-
aan: sensori-, kartoitus-, hahmotus- ja viestintäkomponentteihin. Sensorilaitteistoihin
lukeutuvat mm. videokamerat, pimeässä toimivat infrapunasensorit, etäisyyttä ja no-
peutta mittaavat tutkat, GPS-paikantimet, kiihtyvyysanturit ja gyroskoopit nopeuden ja
suunnan vaihteluiden tarkkailuun sekä LIDAR, joka mittaa pyörivien laser-säteiden
avulla ympäröivien kohteiden sijainteja ja muodostaa auton ympäristöstä 3d-mallin.
(Lutin ym. 2013)

Automatisoitujen autojen kartoitusteknologiat hyödyntävät yleensä niin paikkatietoja
katuverkostoista ja osoitteista kuin digitaalisia ilmakuvia sekä maantasolta kerättyjä
kuva-aineistoja tieverkon ominaisuuksista, liikenteenhallintalaitteista ja esteistä. Kartoi-
tuksessa voidaan hyödyntää myös aikaisemmin LIDAR -kaukokartoituslaitteella tallen-
nettuja maastomalleja. Erikseen kehitetty erittäin tarkka ja erikoismerkinnöin varustettu
kartoitus on ollut ratkaisevassa asemassa kehitettäessä ”virtuaalinen infrastruktuuri”
Googlen automatisoitujen autojen navigoinnin avuksi. (Lutin ym. 2013)

Näkyvyyttä häiritsevä huono sää, kuten sumu ja lumisade sekä sateen tai jään takia hei-
jastavat tien pinnat, aiheuttavat haasteita niin ajamisoperaatioille kuin sensorien kyvylle
hahmottaa ympäröivää maastoa (Fagnant ja Kockelman 2013, s. 4). Gorrison ym.
(2012a, s. 89) mukaan edellä mainittujen lisäksi näkyvyyttä häiritsevät myös rankkasa-
teet. Muita ongelmia automatisoidulle autoille aiheutuu mm. liukkaista tiepinnoista,
joiden vuoksi autot eivät voi jarruttaa täsmällisesti, kovista tuulista, jotka vaikuttavat
autojen vakauteen ja muuttavat muun liikenteen käyttäytymistä, sekä äärimmäisistä
lämpötiloista, jotka häiritsevät komponentteja. Myös Google on vuonna 2012 todennut
haastavaksi talviolosuhteiden sekä poikkeustilanteiden kuten tietyömaiden liikenteenoh-
jauksen tulkinnan (Urmson ja Google Inc. 2012). Toisaalta teknologioiden nopeasta
kehittymisestä voi kertoa Googlen vuonna 2014 julkaistu patentti, jossa esitellyt periaat-
teet mahdollistavat tietyömaiden tunnistamisen, väistämisen sekä ennustamisen perus-
tuen sensori-, liikenne- ja karttainformaatioon (Ferguson ym. 2014). Google myös esit-
teli tietyömaiden väistämisteknologiaansa huhtikuussa 2014 (Urmson ja Google Inc.
2014b).

3.2 Testaustoiminnan edellytyksistä

Tämän luvun sisältö perustuu ensisijaisesti haastatteluihin⁴, joissa kartoitettiin automatisoitujen autojen ja lainsäädännön suhdetta Suomessa. Nykyisen lainsäädännön puitteissa on mahdollista käyttää automatisoitua autoa tieliikenteessä, mutta täysin ilman kuljettajaa liikkuva autonominen auto ei täysin sovellu nykyiseen lainsäädännölliseen kehikoon. Niin Suomen ja muiden EU-maiden kuten Yhdysvaltojen osavaltioidenkin lakien säätäminen perustuu monitasoiseen järjestelmään, jossa ensimmäisenä on globaalitaso, toisena ”liittovaltiotaso” sekä kolmantena kansallinen taso. Tieliikenteen osalta globaalia tasoa Suomessa edustaa Wienin tieliikennesopimus (vuodelta 1968) ja kansallisella tasolla tieliikennelaki. EU-tasolla ei ole vielä sääntelyä automatisoitujen tai autonomisten autojen suhteen. Suomessa tieliikennelaki ei erikseen vaadi, että ajoneuvolla tulisi olla kuljettaja, mutta kuitenkin tieliikennelain kirjoitusmuoto viittaa oletukseen, että ajoneuvolla on aina kuljettaja. Wienin tieliikennesopimus ei salli autonomisia autoja, sillä sen 8. artikla määrittelee, että ajoneuvolla tulee olla kuljettaja.

Wienin tieliikennesopimusta ollaan muuttamassa siten, että automaatiotoiminnot hyväksytään, jos ne on mahdollista sekä kytkeä päälle että sammuttaa. Ajoneuvolla tulee silti olla kuljettaja, joka vastaa laitteista. Wienin tieliikennesopimukseen perustuva tieliikennelain kokonaisuudistus aloitettiin vuonna 2013. Uudistuksessa tulisi pyrkiä siihen, että ei luoda tahattomia esteitä autonomisille autoille.

Lisäksi avoimena kysymyksenä on Wienin tieliikennesopimuksen tulkinta testaustoiminnassa. Testaustoiminta on jo nyt mahdollista automatisoidulla autolla, kun ajoneuvolla on kuljettaja, ja autonomisella autolla, kun testaustoiminta suoritetaan yleiseltä liikenteeltä suljetulla alueella. Liikenne- ja viestintäministeriö tiedotti toukokuussa 2014 käynnistävänsä tieliikennelain muutoksen valmistelun, jonka tarkoitus on mahdollistaa ilman kuljettajaa liikkuvat autot rajatulla alueella yleisessä tieliikenteessä. Kyse on koekilulaista, joka olisi voimassa viisi vuotta ja tulisi voimaan suunnitelmien mukaan vuodenvaihteessa 2015.

Vantaalla järjestettävää Citymobil2-hanketta varten on tulkittu, että nykyisellään autonomisella ajoneuvolla suoritettava toiminta pitää olla tieliikennelain ja ajoneuvolain

⁴ Suoritetut haastattelut on kuvattu johdannon (luku 1.5) yhteydessä

soveltamisen ulkopuolella. Silti turvallisuus, vastuu, rekisteröinti ja katsastussäädökset pätevät. Ajoneuvolain mukaan ei ole kuitenkaan yksiselitteistä vastausta, tulisiko yleiseltä liikenteeltä suljettu alue olla esimerkiksi aidattu, mutta alueella ei missään nimessä saisi esimerkiksi olla kevyttä liikennettä. Liikennevakuutuslaissa on käytössä erilainen määritelmä yleiseltä liikenteeltä suljetulle alueelle kuin ajoneuvolaissa. Liikennevakuutuslain toiminta-alue on laaja ja käytännössä kaikki jonkinlaiseen liikenteeseen käytettävät ajoneuvot pitää vakuuttaa. Esimerkiksi Citymobil2-hanke ei ole liikennevakuutuslain toiminta-alueen ulkopuolella, koska kokeilussa suoritetaan henkilöiden kuljettamista. Kun taas kyseessä on kilpailu-, harjoitus- tai kokeilutarkoitus, alue pitää eristää. Liikennevakuutusten näkökulmasta esimerkiksi Citymobil2-hankkeen autonomisille ajoneuvojen testaustoiminnalle ei ole mitään estettä, mutta ajoneuvoille tulee sopia ja hinnoitella vakuutus.

3.3 Haasteet

3.3.1 Vastuukysymykset ja vakuutukset

Työn aikana autonomisen tieliikenteen yhdeksi avoimeksi kysymykseksi nousi automatisoitujen autojen vastuukysymykset, joihin pyrittiin haastatteluiden avulla löytämään näkökulmia Suomen lainsäädännön valossa. Tämän luvun sisältö perustuu ensisijaisesti haastatteluihin⁵. Lähtökohtaisesti automatisoitujen autojen osalta vastuu esimerkiksi onnettomuustilanteissa säilyy kuljettajalla niin kauan, kuin kuljettajalla on ollut mahdollisuus toimia toisin. Tämä on verrattavissa nykyisiin autojen avustelaitteisiin, kuten vakionopeudensäätimeen, jotka avustavat kuljettajaa, mutta kuljettajalla säilyy edelleen vastuu auton hallinnasta.

Poikkeuksena kuljettajan vastuulle ei voida kuitenkaan laittaa tilanteita, joissa avustelaitte toimii väärin, eikä kuljettaja pysty esimerkiksi teknisen vian takia vaikuttamaan avustelaitteen toimintaan. Valmistajan vastuulle jää tuotevastuusäätelyn mukaisesti vastuu laitteiden toimimattomuudesta ja mahdollisista korvauksista. Jos automatisoitu tai autonominen auto toimisi vastoin yhteiskunnan asettamia sääntöjä, pitäisi tämä poistaa markkinoilta, kuten nykyäänkin vaaralliset laitteet poistetaan markkinoilta takaisinvetokampanjoiden avulla. Toisaalta nykyisen järjestelmän mukaisesti automaatiojärjestel-

⁵ Suoritetut haastattelut on kuvattu johdannon (luku 1.5) yhteydessä

mien toimimattomuudesta aiheutuneet vahingot korvataan kuitenkin ajoneuvon vakuutuksesta. Vakuutusyhtiöiden kannalta avoimena kysymyksenä on, kuinka mahdollinen tuotevastuu kanavoidaan auton markkinoillelaskijalle ja valmistajalle. Vastaavia tilanteita ei ole vielä ollut, ja nämä olettavasti pitäisi sopia tapauskohtaisesti.

Autonomisilla autoilla vastuukysymys on vielä avoin ja monimutkainen. Myös autonomisiin autoihin kohdistuu tuotevastuulainsäädäntö ja vahingonkorvauslaki, mutta nämä eivät kuitenkaan välttämättä riitä, jos ei ole kuljettajaa, jolla on rikosoikeudellinen vastuu. Liikennerikoksien osalta rikoslaki on kirjoitettu selvästi henkilöön kohdistuvasti, joten on epäselvää, kehen rikosoikeudellinen vastuu kohdentuisi. Autonomisten autojen toimivuuteen voidaan olettaa vaikuttavan muun muassa auton huolto, ylläpito ja ohjelmistojen päivitys, joten vastuu voisi myös jakautua useiden toimijoiden kuten ohjelmistojen valmistajien, autonvalmistajan, operaattoreiden (yhteyden toimittajat) sekä omistajan tai liikennöitsijän kesken. Kuljettajan poistuminen ei vaikuttaisi pelkästään onnettomuustapauksiin, vaan jonkun pitäisi vastata esimerkiksi myös auton oikeanlaisesta kuormauksesta ja turvalaitteiden käyttämisestä. Jaettujen tai yhteiskäyttöisten autonomisten autojen osalta liikennöitsijän rooli ja vastuu olettavasti korostuu.

Automatisoitujen autojen vakuutusten hinnoittelu on täysin uusi alue vakuutusyhtiöille Suomessa, mistä ei ennestään ole minkäänlaisia periaatteita sovittuna. Automatisoiduilla autoilla tulee olla pakollinen liikennevakuutus, mutta vakuutustuotteen hinnoittelu on jokaisen vakuutusyhtiön päätettävissä, eikä esimerkiksi Liikennevakuutuskeskus keskusjärjestönä voi puuttua tähän. Nykyään vakuutusten hinnoittelussa lähdetään liikkeelle kuljettajan riskitasosta, mutta on epäselvää, miten vakuutukset automatisoiduille autoille hinnoiteltaisiin, kun kuljettajan riskitasoa ei voitaisi enää käyttää hinnoittelun kriteerinä. Tällä hetkellä tyypillisiä hinnoittelukriteerejä ovat mm. vakuutuksen ottajan asuinpaikka, asuinpaikan liikennetiheys ja henkilön ominaisuudet kuten ikä. Lisäksi vakuutuksen hinnoitteluun vaikuttaa myös auton tyyppi, sillä vakuutusyhtiöt arvioivat riskiä ajoneuvojen ja käyttäjäkuntien vahinkohistorian mukaan. Avoimena kysymyksenä on, korostuuko tulevaisuudessa hinnoittelukriteerinä esimerkiksi autovalmistajien onnettomuusherkkyyys.

3.3.2 Asenteet automatisoituja autoja kohtaan

Ihmisten asenteet automatisoituja autoja kohtaan tulevat olemaan ratkaisevassa asemassa automatisoitujen autojen yleistymiselle. Tehtyjen mielipidetutkimusten perusteella

luottamus automatisoitujen autojen turvallisuuteen on yksi tärkeimmistä vaikuttajista ihmisten asenteisiin. Tämän lisäksi automatisoitujen autojen avulla saavutetut hyödyt kuten kustannussäästöt voivat vaikuttaa positiivisesti ihmisten asenteisiin automatisoituja autoja kohtaan.

Muun muassa autoteollisuudelle komponentteja valmistavan ja suunnittelevan TE Connectivityn (2013) teettämässä markkinaselvityksessä haastateltiin tuhatta yhdysvaltalaista. Selvityksen mukaan lähes 70 % vastaajista piti epämiellyttävänä ajatusta autonomisen auton kyydissä olemisesta. Turvallisuustoimintojen kehittämistä ennen autonomisten autojen markkinoille tuloa piti tärkeimpänä kehityskohteena 55 % vastaajista. Kokonaan auton hallitsemisesta luopumiseen suhtautui vastahakoisesti 60 % vastaajista. Suurin osa vastaajista (76 %) piti autonomisten autojen huolestuttavimpana ominaisuutena ”täydestä hallinnasta luopumista, korkeampaa nopeutta tai auton kykyä navigoida ja saavuttaa kohteita ilman kuljettajan apua”.

TE Connectivityn (2013) selvityksen mukaan miehet pitivät ajatusta autonomisen auton kyydistä olemisesta vähemmän epämiellyttävänä kuin naiset ja vastaavasti nuoremmat ikäluokat pitivät ajatusta vähemmän epämiellyttävänä kuin vanhemmat. Autonomisten autojen parhaaksi hyödyksi vastaajat arvostivat alhaisemman polttoaineen kulutuksen (22 %), vähentyneet ruuhkat (21 %), kuljettajan vapautumisen ajamisesta ja navigoinnista (13 %), parantuneen tuottavuuden (11 %) ja korkeammat nopeusrajoitukset (4 %). Ikäluokkaan 18-54 kuuluneet arvostivat matkan aikaisen tuottavuuden kasvua enemmän kuin yli 65-vuotiaat.

Citymobil2 –projektin alustavien tulosten mukaan käyttäjät olivat valmiita luottamaan automatisoituihin tieliikennejärjestelmiin, mutta vain jos käyttäjät tietäisivät näiden olevan turvallisia. Turvallisuuden tunnetta lisäisi automatisoitujen autojen toiminen muusta liikenteestä erotettuna esimerkiksi erillisellä kaistalla. Käyttäjät myös halusivat automatisoitujen autojen vastaavan ”normaaleja autoja” niin ulkonäöltään, käyttäytymiseltään kuin kommunikointitavoiltaan, joilla auto viestisi aikeistaan. Eräs vastaajien haluama lisätoiminto oli kuitenkin, että auto viestisi jollain tavalla havainneensa heidät. (Citymobil2 2014, s. 6)

Vantaan Innovaatioinstituutin (2013) tekemän internet-kyselyn mukaan 76 % vastaajista oli valmis käyttämään automatisoituja ajoneuvoja muun joukkoliikenteen liityntäliikenteessä. Vastaajista 95 % valitsisi ruuhka-aikana kuskittoman ajoneuvon viiden minuutin

vuorovälillä mieluummin kuin normaalin linja-auton 20 minuutin vuorovälillä, vaikka kokonaismatkustusaika pysyisi samana. Kuitenkin vuorovälien ollessa yhtä suuret, käyttäjät suosisivat mieluummin normaalia linja-autoliikennettä. Etenkin ajoneuvojen turvallisuus ja toimintavarmuus Suomen olosuhteissa epäilytti automatisoitujen ajoneuvojen vastustajia. Vastaajat eivät olisi myöskään valmiita maksamaan enempää automatisoiduilla ajoneuvoilla suoritetusta liikennöinnistä kuin normaalista joukkoliikenteestä. Automatisoitujen ajoneuvojen mielekkyyttä todettiin lisäävän tiedottaminen ja informaatio, luotettavuus, korkea palvelutaso, turvallisuus, valvonta, lisäarvopalvelut, siisteys, kohtuullinen hinta, toimintavarmuus ja mukavuus.

Asenteista autonomisia yhteiskäyttöisiä autoja kohtaan antaa alustavaa osviittaa KPMG:n (2013) tekemä kohderyhmähaastattelu, jossa haastateltiin 32 ihmistä. Useimmat haastatelluista eivät olleet valmiita luopumaan kokonaan yksityisautostaan, mutta yli puolet (18 henkilöä) olivat valmiita luopumaan toisesta autostaan, jos he voisivat tilata itselleen tarvittaessa autonomisen auton, joka saapuisi viidessätoista minuutissa. Edes tunnin odotusaika ei vähentänyt autonomisen yhteiskäyttöauton haluttavuutta huomattavasti, kunhan odotusaika pysyi lyhyempänä kuin oletettu taksin saapumisaika.

3.4 Vaikutukset kysyntäohjautuvaan liikenteeseen

Autonomisten autojen vaikutuksista kysyntäohjautuvaan liikenteeseen on tehty alustavia tutkimuksia. Useimmissa tutkimuksissa käsitellään autonomisten yhteiskäyttöisten autojen järjestelmää, joissa käyttäjä voisi tilata kyydin esimerkiksi matkapuhelinsovelluksen avulla. Tilauksen jälkeen autonominen auto saapuisi itsenäisesti haluttuun sijaintiin, minkä jälkeen kyydistä voisi poistua valitussa määränpäässä ilman auton pysäköinnistä huolehtimista. Nykyisiin yhteiskäyttöautopalveluihin verrattuna autonomisiin autoihin perustuvan yhteiskäyttöautopalvelun merkittävimpänä etuna on, että autoa ei tarvitsisi hakea tai palauttaa määrätyle noutopisteelle. Taksiin verrattuna kustannukset olisivat alhaisempia kuljettajan henkilökulujen poistuessa. Autonomisten yhteiskäyttöisten autojen voidaan myös olettaa sopeutuvan paremmin muuttuvaan kysyntään kuin taksien, kun kuljettajien työajat eivät rajoita liikkeellä olevien ajoneuvojen määrää (Ford 2012, s. 69). Alhaisempien operointikustannusten myötä autonomiset autot voisivat myös toimia osana joukkoliikennettä esimerkiksi alhaisen kysynnän alueilla hyvin lyhyen matkan (2-3 km) syöttöliikenteenä, jonka tarjoaminen nykyisellään ei ole kannattavaa (Gorris ym. 2012b). Kuten muutkin kysyntäohjautuvat liikennemuodot myös autonomiset

yhteiskäyttöiset autot vähentäisivät yksityisautoilun ulkoisia kustannuksia ja tuottaisivat mittakaavaetuja sitä mukaan, kun järjestelmän markkinaosuus kasvaisi.

Spieser ym. (2014) ovat pyrkineet muodostamaan mahdollisimman hyvin yleistettävän systemaattisen autonomisten yhteiskäyttöisten autojen määrän mitoitustavan tilanteessa, jossa autot pyrkivät järjestäytymään siten, että ne maksimoivat asiakkaille tarjottavan palvelutason laadun. Spieser ym. (2014) sovelsivat mitoitustapaa Singaporen liikennetietoihin ja päätyivät tulokseen, että koko väestön liikkumistarpeet voitaisiin tyydyttää yhdellä kolmasosalla nykyisistä henkilöautoista. Myös huomattavasti positiivisempia tuloksia on saatu simuloinneilla, jotka eivät perustu oikeisiin liikennetietoihin. Tästä esimerkkinä on Fagnantin ja Kockelmanin (2014) tekemä tutkimus, jonka mukaan yksi yhteiskäyttöinen autonominen auto voisi korvata noin yksitoista perinteistä yksityisautoa.

Autonomisten yhteiskäyttöisten autojen kustannusten muutos koostuisi toisaalta kuljettajan osuuden poistumisesta ja toisaalta yleistymisen kautta saavutettavista mittakaavaeduista. Nykyisin Suomessa kuljettajan osuus taksin autonlisäverottomasta tuotosta on 32 - 36 % (AKT 2012). Skenaariossa, jossa kaikki liikenne suoritettaisiin autonomisilla yhteiskäyttöisillä autoilla Spieser ym. (2014, s. 14) laskevat saavutettujen mittakaavaetujen myötä autonomisen yhteiskäyttöauton kilometrihinnaksi Singaporessa noin puolet yksityisauton kilometrihinnasta. Laskelmassa on kuitenkin otettu lisäksi huomioon matkustajalle syntyvät aikasäästöt, jotka syntyvät kuljettajan siirtyessä matkustajaksi. Tästä huomattavasti poikkeavana tuloksena Burns ym.(2013, s. 24) arvioivat, että yhteiskäyttöisillä autonomisilla autoilla tehtyjen matkojen hinnat New Yorkissa voisivat laskea jopa kymmenesosaan verrattuna normaaliin taksiin.

Tämän lisäksi kyytien yhdistelyyn perustuvien autonomisten kysyntäohjautuvien kulumuotojen kustannuksista ja myös vaikutuksista antaa osviittaa Tuomiston ja Tainion (2005) tekemä tutkimus, jossa arvioitiin teoreettista tilausjärjestelmää, joka yhdistelisi koko pääkaupunkiseudun samansuuntaiset matkat neljän ja kahdeksan hengen dieselkäyttöisiin autoihin. Tutkittu järjestelmä mahdollisti ”ovelta-ovelle” -tyyppisen matkaketjun. Järjestelmän todettiin vähentävän huomattavasti mm. autojen määrää, CO₂-päästöjä sekä tarvittavien pysäköintipaikkojen määrää (Taulukko 1). Järjestelmän vaikutukset olisivat riippuvaisia jaettujen autojen markkinaosuudesta. Markkinaosuuden kasvaessa järjestelmän kustannukset matkaa kohden voisivat olla halvempia kuin yksityisautolla. Kun matkan hinnasta poistetaan Tuomiston ja Tainion (2005, s. 4) käyttämä

kuljettajan osuus 35 %, olisi yksittäinen matka jo 25 % markkinaosuudella halvempi kuin yksityisautomatka (2,76 euroa/matka ja 2,41 euroa/matka).

Taulukko 1. Kyytien yhdistelyyn perustuvan tilausjärjestelmän vaikutukset pääkaupunkiseudulla. Taulukkoa muokattu näyttämään kokonaismuutos ja matkan hinta ilman kuljettajan osuutta (35 %). (Tuomisto ja Tainio 2005, s. 7)

Markkinaosuus	Vain yksityisautoja	25% jaettu-autoja	50% jaettu-autoja	75% jaettu-autoja	100% jaettuja autoja (Kokonaismuutos)
Tarvittavien ajoneuvojen määrä	68 000	60 700	49 300	37 000	19 700 (-71 %)
Tarvittavien pysäköintipaikkojen määrä	91 900	81 900	66 800	49 600	25 200 (-73 %)
Hiilidioksidipäästöt (tonnia/päivä)	1 790	1 580	1 280	953	574 (-68 %)
Keskimääräinen automatkan kustannus matkustajalle (€ / matka)	2,88	2,76	2,66	2,76	
Keskimääräinen jaetun kyydin kustannus matkustajalle (€ / matka)		3,70	2,91	2,68	2,54
Matkan kustannus ilman kuljettajan osuutta		2,41	1,89	1,74	1,65

On kuitenkin huomioitava, että vaikka yhteiskäyttöisten autonomisten autojen käyttö vähentää autojen kokonaismäärää, yksittäiset autot kulkevat pidempiä matkoja (Fagnant ja Kockelman 2014). Autot voivat myös joutua siirtymään tyhjinä sopeutuakseen muuttuvaan kysyntään (Spieser ym. 2014). Spieser ym. (2014) eivät mallintaneet, mikä olisi tämän myötä jaettujen autonomisten autojen todellinen nettovaikutus. Tuomisto ja Tainio (2005, s. 10) myös jättivät tämän mallintamatta, mutta arvioivat jaettujen autojen matkojen olevan pääkaupunkiseudulla noin 1,8 kilometriä pidempiä verrattuna yksityis-

autoilla tehtyihin matkoihin. Fagnant & Kockelmanin (2013) mukaan yhteiskäyttöiset autonomiset autot lisäävät autojen kulkemia kokonaismatkoja kymmenellä prosentilla.

3.5 Päätelmät

Pitkälle automatisoidut (ml. autonomiset) autot ovat viime vuosina nopeasti eteenpäin kehittynyt teknologia, joka on mahdollisesti tulossa kuluttajamarkkinoille jo lähivuosina. Autonomisilla autoilla voi olla merkittävä positiivinen vaikutus tieliikenteen turvallisuuteen sekä kysyntäohjautuvan liikenteen tehokkuuteen ja edelleen sen kustannuksiin. Automatisoidut autot kehittyvät kaupalliselta pohjalta, mutta julkinen hallinto säätelee lainsäädännöllä uusien teknologioiden käyttöönottoa. Hallinto voi vaikuttaa kehityksen nopeuteen ja myös liikennepoliittisten tavoitteiden saavuttamiseen tukemalla kysyntäohjautuvaan liikenteeseen liittyviä kokeiluja sekä ohjaamalla omia hankintojaan.

Tulevaisuuskuvassa määriteltävälle järjestelmälle voidaan tämän luvun pohjalta tunnistaa seuraava tavoite:

- ⇒ Kysyntäohjautuvan liikenteen paremman tehokkuuden saavuttamiseksi tilauspalvelu mahdollistaa autonomisten autojen hyödyntämisen osana kysyntäohjautuvaa liikennettä.

Luvun pohjalta on myös tunnistettavissa seuraavanlaisia haasteita automatisoitujen autojen yleistymiselle:

- Vaativat sääolosuhteet
- Wienin tieliikennesopimuksen hidas uudistuminen
- Kuljettajaa koskevien vaatimusten tarkentaminen lainsäädännössä
- Asenteet varsinkin teknologioiden turvallisuutta kohtaan
- Automatisoitujen autojen vakuutusten hinnoittelu
- Yksityisyys ja tietoturvallisuus
- Lisäksi väyläinfrastrukturi liittyy keskeisesti autonomisten ajoneuvojen käyttöönottoon ja yleistymiseen. Infrastrukturi on kuitenkin rajattu tämän tarkastelun ulkopuolelle (ks luku 1.3).

4 Katsaus matkan suunnittelu- ja tilausjärjestelmiin

4.1 Taustaa

Kysyntäohjautuvan liikenteen tilausjärjestelmän tavoitteiden määrittelemiseksi tarkastelua laajennettiin kattamaan myös muita henkilöliikenteen tilausjärjestelmiä, joiden yhteydessä on havaittavissa luvussa 2 tarkasteltua suomalaista kysyntäohjautuvaa liikennettä pidemmälle kehittyneitä toimintamalleja. Tilausjärjestelmän käsitettä käytetään tässä yhteydessä laajasti kattamaan kaikki henkilöliikenteen järjestelmät, joiden kautta voi joko suoraan tilata tai varata matkavaihtoehtoja. Tässä luvussa tarkastellaan seuraavia matkan suunnittelu- ja tilausjärjestelmiä:

- *Joukkoliikenteen reittioppaat* - Joukkoliikenteen informaatiojärjestelmät on kirjallisuudessa laajasti käsitelty aihe. Erilaisia toteutuksia myös reittineuvontapalveluista on paljon käytössä.
- *Google Transit ja Uber* - Googlen kehittämään reittioppaaseen on hiljattain integroitu Uber-liikennepalvelun kysyntäohjautuvaan liikenteeseen perustuva tilausjärjestelmä. Palveluiden suuntaus kohti autonomisen tieliikenteen tilausjärjestelmää näyttää hyvin todennäköiseltä.
- *FAMS: yhtenäinen tilauspalvelu* - Kirjallisuuden pohjalta tarkastellaan aikaisemmin toteutettua kysyntäohjautuvan liikenteen tilausjärjestelmää, joka kokoaa useita toimijoita yhteiseen tilauspalveluun.
- *Matkailualan tilausjärjestelmien kehitys* - Viimeisenä tehdään katsaus matkailualan myyntikanaviin, jotka toimivat pisimmälle kehittyneiden henkilöliikenteen tilausjärjestelmien avulla.

4.2 Joukkoliikenteen reittioppaat

4.2.1 Yleiskuvaus

Joukkoliikenteen reittineuvontapalveluita on ollut laajasti toiminnassa jo viimeisen vuosikymmenen ajan, ja aihetta on myös huomattavasti käsitelty kirjallisuudessa. Tämän pohjalta pyritään tunnistamaan tulevaisuuskuvalle tavoitteita sekä toteutuksen kannalta oleellisia toimenpiteitä ja järjestelmän vaikutuksia. Tarkastelu keskittyy käyttäjälähtöiseen palveluiden suunnitteluun ja reittioppaiden kansainvälisten kehityssuuntien järjestelmätason tarkasteluun. Tässä yhteydessä reittiopasta käytetään yleisterminä joukkoliikenteen reitti- ja aikatauluneuvontapalveluista, joilla voi suunnitella joukkoliikenne-

matkan esimerkiksi Internet-selaimen tai matkapuhelinsovelluksen avulla. Reittioppaat voivat myös olla multimodaalisia eli useampia joukkoliikennevälineitä sekä pyöräilyn ja kävelyn tai esimerkiksi myös autoilun huomioonottavia palveluita. On kuitenkin huomioitava, että HSL:n käyttämä reittineuvontapalvelu on myös nimeltään Reittiopas.

Joukkoliikenteen reittioppaita perustellaan yleensä informaation lisäämisellä. Chorusin ym. (2006, s. 137-138) tekemän kattavan kirjallisuuskatsauksen perusteella matkustajan on yleensä tehtävä useita matkaan vaikuttavia valintoja, jotka liittyvät lähtöaikoihin sekä erilaisiin reitteihin ja kulkumuotoihin. Matkustajan tekemille valinnoille asettavat rajoituksia mm. matkan kustannukset ja siihen käytetty aika. Huolimatta siitä, että vaihtoehtoisten matkustustapojen määrä voi esimerkiksi kaupungissa olla huomattavan suuri, ei matkustaja yleensä ole tietoinen kuin pienestä osasta tarjolla olevista vaihtoehtoista. Matka valitaan usein tottumuksesta ja perustuen alitajuntaiseen uskomukseen vaihtoehdon haluttavuudesta, minkä vuoksi informaatiota muista kulkumuodoista ei välttämättä etsitä. Näin matkustajat voivat olla tietämättömiä muista matkustustavoista (Kenyon ja Lyons 2003, s. 17-19; Chorus ym. 2006, s. 137-138). Informaation lisääminen muista matkustustavoista voi Kenyon ja Lyonsin (2003) tekemän tutkimuksen mukaan haastaa matkustajien tottumuksesta aiheutuvat valinnat.

Huomattavan vähän on kuitenkin tukittu, miten reittioppaan tarjoaminen matkustajille vaikuttaa matkustajien käyttäytymiseen (Chorus ym. 2006, s. 138; Skoglund ja Karlsson 2012, s. 933). HSL:n Reittioppaan todettiin helpottaneen matkojen suunnittelua ja 20 % käyttäjistä oli löytänyt palvelun avulla nopeampia reittejä. Myös joukkoliikennetiedon hankinta lisääntyi, vaihtaminen helpottui ja käytetyt aikataulumarginaalit pienenevät. (Laine ym. 2003)

Tutkimustulokset reittioppaiden vaikutuksesta joukkoliikenteen käytön lisääntymiseen ovat vaihtelevia. Eri tutkimuksissa yhdeksästä (Skoglund ja Karlsson 2012, s. 938) jopa 40 prosenttiin (Laine ym. 2003, s. 39) vastaajista arvioi lisänneensä joukkoliikenteen käyttöä reittioppaan ansiosta. Vaihteleviin tuloksiin voidaan olettaa vaikuttavan esimerkiksi palveluiden toteutus, informaatiojärjestelmien tila ennen palvelun toteutusta sekä tietojärjestelmien ulkopuoliset tekijät, kuten joukkoliikennejärjestelmän tila. Vaikka reittioppaat eivät välttämättä itsessään pystyisikään houkuttelemaan ihmisiä vaihtamaan kulkumuotoa, lisää matkustusinformaatio ihmisten tyytyväisyyttä joukkoliikennepalveluiden laatuun (Grotenhuis ym. 2007, s. 27).

Matkustusinformaation ja reittioppaiden yleistymisen myötä käyttäjien näille asettamien vaatimusten kartoittaminen on noussut oleelliseksi kysymykseksi reittioppaiden suunnittelussa. Zografos ym. (2012, s. 2407-2408) jakavat käyttäjien asettamat vaatimukset multimodaaliselle reittioppaalle kahteen kategoriaan: tekninen suorituskyky ja käyttäjien hyväksyntä. Tekninen suorituskyky jakautuu karkeasti tekniseen luotettavuuteen, tiedon johdonmukaisuuteen ja vasteaikaan. Käyttäjien hyväksyntään on todettu vaikuttavan eniten kognitiivinen vaivattomuus, matkan suunnittelun kesto ja matka-ajan väheneminen (Grotenhuis ym. 2007, s. 33). Tämän lisäksi myös käyttäjäystävällisyyttä, epävarmuuden vähenemistä sekä tiedon selkeyttä ja riittävyttä on käytetty hyväksynnän arvioinnissa (Zografos ym. 2012, s. 2407-2408).

Reitinvalintaan vaikuttaa oletusarvoisesti matkustajan pyrkimys matka-ajan ja kustannusten minimointiin (Chorus ym. 2006, s. 136; Zhou ym. 2011, s. 1177). Koska ihmisten matkustustapoja tutkimalla on todettu, että matkustajien motiiveihin vaikuttaa instrumentaalisten syiden lisäksi myös muut syyt (esim. Gardner ja Abraham 2007; Steg 2005; Steg ym. 2001) Chorus ym. (2006, s. 135) ehdottavat, että matkustusinformaatiossa tulisi huomioida myös ”pehmeitä” arvoja kuten kätevyys, yksityisyys ja mukavuus. Vastaavaan tulokseen päätyivät kokeellisesti myös Kenyon ja Lyons (2003, s. 18), jotka arvioivat, että pehmeiden arvojen näyttäminen multimodaalisessa reittioppaassa saattaisi houkutella vaihtamaan kulkumuotoa.

Reitin valintaan vaikuttaviksi attributeiksi on ehdotettu myös ympäristöystävällisyyttä, sääätä, turvallisuutta, ruuhkan välttämistä, valoisuutta ja liikunnan suosimista (André ym. 2007). Esimerkiksi turvallisuuden huomioiminen reittivalinnoissa voi olla hankalaa, sillä turvallisuuteen vaikuttavat hyvin monet asiat, joita on usein vaikea mitata (Spitadakis ja Nelson 2012). Mukavuutta ja kätevyyttä voidaan kuitenkin arvioida indikaattoreilla, kuten vaihtojen määrällä, odotusajalla ja kävelymatkalla (Zhou ym. 2011). Zografos ym. (2010, s. 1001) listaavat useita puutteita, joita nykyisissä eurooppalaisissa reittioppaissa esiintyy käyttäjän näkökulmasta. Näihin lukeutuu niin personalisoidun kuin reaaliaikaisen matkustusinformaation puuttuminen, rajoittunut käyttöalue, reittivaihtoehtojen vertailu useampien kriteerien kesken sekä hintatietojen vajaavaisuus ja matkan aikana tapahtuvista muutoksista ilmoittamisen rajallisuus.

4.2.2 Kansainvälisiä kehityssuuntia

Joukkoliikenteen reittioppaat ovat vakiinnuttaneet asemansa osana joukkoliikenteen matkustajainformaatiotarjontaa useissa osissa maailmaa. Esimerkiksi Tibaut ym. (2012, s. 793) listaavat 41 merkittävintä eurooppalaista reittiopasta, jotka pystyvät tarjoamaan reittivaihtoehtoja useamman kuin yhden joukkoliikennemuodon avulla. Näihin reittio-paisiin lukeutuvat EU:n tukemat globaalit reittioppaat WISETRIP (Spitadakis ja Fostieri 2012) sekä jo vuodesta 1998 asti kehitetty EU-Spirit (Schweiger ja Shammout 2003, s. 78-79), jotka pyrkivät laajentamaan reittioppaiden käyttöä pelkästään paikallisista jouk-koliikenteen reitinneuvontapalveluista hallinnollisia rajoja ylittäviksi kokonaisuuksiksi.

Sekä WISETRIP että EU-Spirit pyrkivät vastaamaan eri valtioiden alueilla ja niiden välillä tapahtuvan liikenteen tiedonhallinnan ongelmaan standardoitujen rajapintojen ja hajautetun järjestelmän avulla. Järjestelmä reitittää reittihaun aina kyseessä olevan alu-een omaan reittioppaaseen. Palvelut tarjoavat ennestään eristyksissä olleille reittioppail-le tavan kommunikoida keskenään ja keinon tarjota reittivaihtoehtoja myös oman alu-ensa ulkopuolella (Spitadakis ja Fostieri 2012; EU-Spirit 2014b; Schweiger ja Sham-mout 2003). WISETRIP-projektissa on pyritty myös kehittämään omaa käyttöliittymää reittioppaalle (Spitadakis ja Fostieri 2012, s. 1296), mutta EU-Spirit -hankkeessa yksit-täiset reittioppaat toimivat rajapinnan avulla käyttöliittymänä kansainväliselle reittiop-paalle (EU-Spirit 2014b). Näin ollen yksittäiset reittioppaat voivat tarjota kansainvälisiä reittivaihtoehtoja omassa paikallisessa muodossaan säilyttäen oman käyttöliittymänsä, algoritminsä ja tietokantarakenteensa (EU-Spirit 2014b). EU-Spirit on kirjoitushetkellä käytössä 13 alueella mm. Ruotsissa, Tanskassa ja Saksassa (EU-Spirit 2014a). WISET-RIP-projektin kehitystä jatketaan uudessa Enhanced WISETRIP –projektissa (Spita-dakis ja Fostieri 2012, s. 1299). Tibaut ym. (2012, s. 797) tunnistavat globaalin reittiop-paan vaatimuksiksi hajautetun standardeihin perustuvan järjestelmän, joka täyttäisi kes-tävän vuorovaikutuksen vaatimukset, kuten modulaarisuuden ja adaptiivisuuden.

Zografos ym. (2010) arvioivat useita kansainvälisiä reittioppaita ja tämän pohjalta to-teavat useiden reittioppaiden toiminnallisten rajoitusten liittyvän vaihtelevaan informaa-tiotasoon. Ongelmia tuottivat mm. erilaiset tiedonvälitystavat, alueelliset puutteet in-formaatiossa, liikennöitsijöiden haluttomuus jakaa informaatiota, reaaliaikaisen tiedon puute, useiden tietolähteiden välinen tiedon päivittäminen ja ylläpito sekä tiedon epä-säännölliset päivittymisajat. Joukkoliikenneinformaation siirtämiseen ja reittioppaiden väliseen kommunikointiin on kuitenkin syntynyt useita älyliikenteen standardeja.

TransXChange, NPTG ja NapTAN edustavat kansallisia standardeja, kun taas Trans-Model, IFOPT, NeTEx ja SIRI ovat olleet eurooppalaisia kehityshankkeita. (Tibaut ym. 2012, s. 789-790)

Näiden standardien lisäksi General Transit Feed Specification (GTFS) on alun perin Googlen kehittämä tiedonsiirtoformaatti Googlen omaan reittioppaaseen. Nykyään GTFS on kuitenkin täysin avoin tiedonsiirtoformaatti ja vapaasti kaikkien kiinnostuneiden osapuolten käytettävissä. Varsinkin Yhdysvalloissa joukkoliikenneinformaation viestiminen kolmansille osapuolille on tullut hyvin tavalliseksi GTFS-formaatin myötä. Lisäksi helppokäyttöisyytensä vuoksi GTFS-formaatti on yleistynyt nopeammin kuin virallinen TCIP-SCH -standardi, jonka ovat kehittäneet Yhdysvaltain joukkoliikenneviranomaisen Federal Transit Administration ja joukkoliikennettä edistävä järjestö American Public Transportation Association. (Biernbaum ym. 2011, s. xi)

Täysin avoimeen tiedonsiirtoon perustuvat joukkoliikenteen informaatiojärjestelmät ovatkin kehittyneet huomattavan pitkälle verrattuna esimerkiksi edellä esiteltyihin EU:n tukemiin hankkeisiin, sillä avoimen joukkoliikennetiedon jakamisen yleistymisen myötä on syntynyt myös kolmansien osapuolien tarjoamia käyttöliittymiä reittioppaille. Kaupallisten toimijoiden tarjoamat reittioppaat – kuten Google Transit ja Bing Maps – hyödyntävät avointa joukkoliikennetietoa ja tarjoavat mahdollisuuden reittiensuunnitteluun lukuisissa osissa maailmaa (Biernbaum ym. 2011, s. 19-20). Viime aikojen uudenlaisia reittioppaita edustaa esimerkiksi älypuhelimessa toimiva ”lisättyä todellisuutta” hyödyntävä Here Transit, joka puhelimen kameran avulla näyttää reittiohjeet osana käyttäjän ympäristöä (HERE 2013), tai myös Helsingissä toimiva Moovit (2014), joka hyödyntää käyttäjiltä kerättyä joukkoliikennetietoa ja reaaliaikaista informaatiota. Kaupallisten toimijoiden lisäksi esimerkiksi OpenTripPlanner (2014) tarjoaa avoimeen lähdekoodiin perustuvan reittioppaan, jonka avulla kuka tahansa voi pystyttää oman reittioppaan ilmaiseksi. Tämän kaltaisten vaihtoehtojen myötä matkustusinformaation tarjoaminen on viranomaisten näkökulmasta halventunut huomattavasti, kun asiakkaille voidaan tarjota reitinsuunnittelupalveluita ilman, että joudutaan kehittämään täysin räätälöityjä reittioppaita ja käyttöliittymiä (Biernbaum ym. 2011, s. xii).

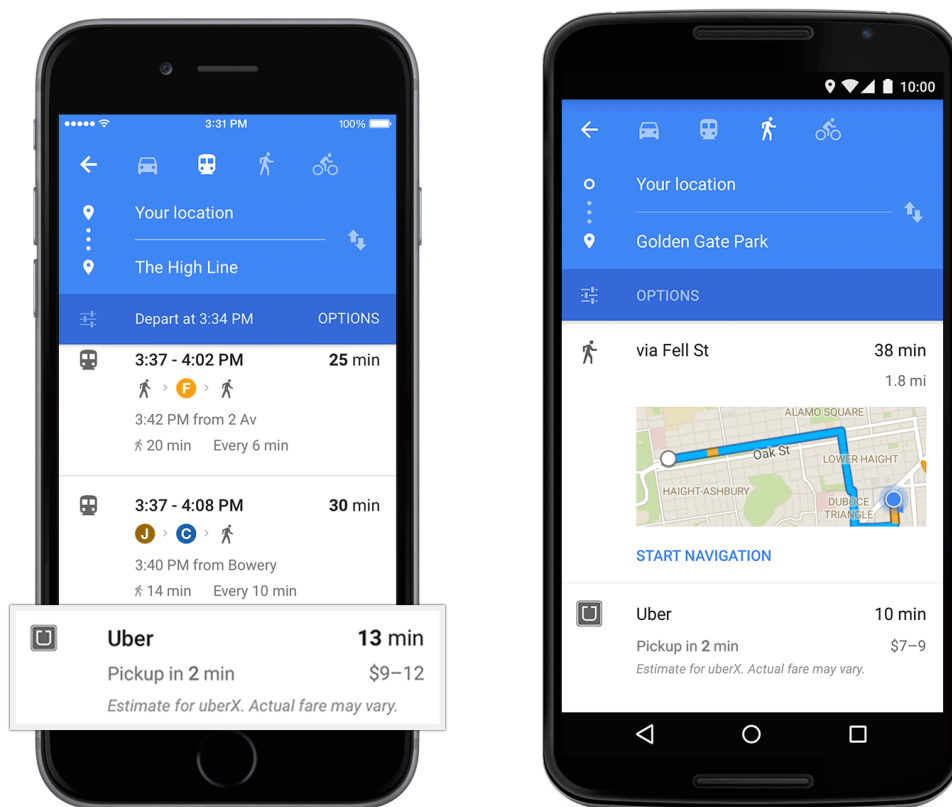
4.3 Google Transit ja Uber

Automatisoitujen autojen lisäksi Google on kehittänyt yhden maailman laajimmista reittioppaista, rahoittanut uudenlaista kysyntäohjautuvaa liikennettä ja julkaissut kysyn-

täohjautuvan autonomisen tieliikenteen kannalta kiinnostavia tilausjärjestelmiä koskevia patentteja.

Uber on älypuhelinsovelluksen avulla toimiva liikennepalvelu, joka on toiminnassa 35 maassa ja 47 Yhdysvaltain osavaltiossa. Sovellus yhdistää autojen kuljettajat ja matkustajat siten, että matkustaja voi tilata itselleen kyydin valitsemaansa määränpäähän sovelluksen kautta. Sovellus ilmoittaa matkustajalle arvioitun saapumisajan ja matkan yksikköhinnan (esim. €/km), jonka jälkeen matkustaja tekee tilauksen ja saa ilmoituksen, kun auto saapuu. Kyydin päättyessä myös maksaminen hoidetaan sovelluksen kautta luottokortilla tai verkkomaksutarjoajien kautta. Uber käyttää dynaamista kyytien hinnoittelua, jolloin hinta nousee kysynnän kasvaessa. Uber voi kaupungista riippuen tarjota tilattavaksi usean hintaluokan autoja. Suosituin ja halvin palvelu on UberX, jossa kuljettajat taksiliikenteestä poiketen käyttävät henkilökohtaisia autojaan kyytien ajamiseen. (Rempel 2014)

Toukokuussa 2014 Google ja Uber julkaisivat Uber-integraation Googlen Maps –karttapalveluun, joka toimii jo ennestään myös pohjana Google Transit -reittioppaalle. (Uber 2014). Google Transit on reittiopas, joka perustuu avoimeen GTFS-tiedonsiirtoformaattiin. Liikennöitsijät ympäri maailman tarjoavat tiedon liikennöimistään reiteistä ja aikatauluista GTFS-formaatissa, jonka avulla tietoja käytetään reittien suunnitteluun Google Transit –reittioppaassa (Biernbaum ym. 2011, s. 19). Uber-auton tilausta voi vertailla rinnakkain joukkoliikennevaihtoehdon kanssa (Kuva 4) (Uber 2014). Mielenkiintoista on, että mediatietojen mukaan Uber on pyrkimässä Suomeen ja aikoo ottaa käyttöön tulevaisuudessa autonomisia autoja, kun tämä on mahdollista (Helsingin Sanomat 2014).



Kuva 4 Uber -tilausta voi tarkastella rinnakkain joukkoliikennevaihtoehtojen kanssa (Uber 2014).

Kehityksestä kohti autonomisten autojen tilausjärjestelmää antaa osviittaa myös Googlen patentoima navigointimenetelmä, jossa käyttäjä etsii haluamansa määränpään osoitteen matkapuhelinsovelluksen avulla ja tämän jälkeen sovellus välittää palvelimen kautta käyttäjän valitseman määränpään paikkatiedot automatisoidulle autolle navigointiohjeeksi (Byrne 2012).

Lisäksi vuoden 2014 tammikuussa julkaistiin Googlen patentti, jossa käyttäjälle voidaan tarjota kyyti ilmaiseksi tai alennettuun hintaan mainostajan asettamaan sijaintiin esimerkiksi autonomisen auton avulla. Kyyti kilpailutettaisiin eri mainostajien kesken ja se voitaisiin tarjota eri kulkumuodoilla sekä käyttäjän profiliin perustuen siten että kyytiin liittyvät kulut pyritäisiin pitämään pienempinä kuin uudesta asiakkaasta saatava hyöty. Esimerkiksi ravintola voisi järjestelmän avulla tarjota asiakkaalleen ilmaisen kyydin ravintolaan ja alennuskupongin. (Gomez ym. 2014)

4.4 FAMS: yhtenäinen tilauspalvelu kutsujoukkoliikenteelle

Kutsujoukkoliikenteen palvelut ovat perinteisesti hajaantuneet yksittäisten toimijoiden tarjoamiin yhden liikennemuodon kattaviin palveluihin (Ambrosino, Ferrari ym. 2004, s. 15). On kuitenkin olemassa tämän työn kannalta olennainen esimerkki projektista, jossa useita kutsujoukkoliikenteen toimijoita pyrittiin yhdistämään samaan tilauspalveluun.

EU:n tukeman FAMS-projektin (Flexible Agency for Demand Responsive Collective Mobility Services) tavoitteena oli parantaa kommunikaatiota ja integraatiota hajanaisten kutsujoukkoliikenneyritysten välillä vastaamalla yhteistyötä rajoittaviin teknisiin ja hallinnollisiin haasteisiin. FAMS-projekti pyrki tarjoamaan yhtenäisen rajapinnan useamman kutsujoukkoliikenneyrityksen asiakkaiden ja palveluiden hallintaan huolimatta siitä, että matkojen lopullisesta järjestämisestä voisi vastata useita palveluntarjoajia ja liikennöitsijöitä. (Ambrosino ym. 2004, s. 15)

FAMS -projektin tarkoituksena oli tarjota koko palveluketjun kattava liiketoiminnallinen ja hallinnollinen organisaatorakenne kutsujoukkoliikenteen järjestämiseen – aina matkan varaamisesta palveluiden suunnitteluun ja aikatauluttamiseen sekä liikennöinnin valvontaan ja hallintaan. (Ambrosino ym. 2004, s. 15). Pilottiprojektit toteutettiin Anguksen alueella Skotlannissa sekä Firenzen alueella Italiassa (Ambrosino ym. 2004, s. 8).

FAMS-projekti tarjosi sekä liikennöitsijöille suunnattuja B2B- että loppukäyttäjille suunnattuja B2C-palveluita. Tarjotut B2B-palvelut helpottivat esimerkiksi resurssien hallintaa sekä matkatilausten jakamista eri liikennöitsijöiden välillä. Matkustajille tarjotut B2C-palvelut tarjosivat tietoa palveluista, yhtenäisen tilausjärjestelmän sekä tukipalvelun kaikille eri sidosryhmille ja palvelun käyttäjille. (Ambrosino ym. 2004, s. 16)

Asiakkaat pystyivät varamaan matkan verkkosivun tai puhelinpalvelun kautta. Varauksen vahvistus ja muutoksista ilmoittaminen pystyttiin välittämään sähköpostin, tekstiviestin tai verkkopalvelun avulla. (Ambrosino ym. 2004, s. 17) Matkavarauksen tuli tehdä varauksen kestosta ja kulkutavasta riippuen 15 minuuttia tai yhtä päivää aikaisemmin (Ambrosino ym. 2004, s. 30). Kommunikointi ajoneuvojen ja tilauskeskuksen välillä hoidettiin GSM- ja GPRS -matkapuhelinteknologioilla (Ambrosino ym. 2004, s. 16).

FAMS-projektissa arvioitiin myös järjestelmän suoriutumista sekä käyttäjien mielipiteitä järjestelmää kohtaan. Palveluiden käyttäjien keskuudessa oli korkea hyväksyntä niin teknologisia ratkaisuja kuin matkustuspalveluita kohtaan. Järjestelmän myötä Firenzessä saavutettiin aikaisempaa parempi kutsujoukkoliikennepalveluiden joustavuus, luotettavuus ja tehokkuus. Aikaisempiin palveluihin verrattuna käyttökustannukset vähenivät jopa 46 %. Positiivisia tuloksia saavutettiin siitäkin huolimatta, että alueiden hallinnollisten rakenteiden ja säädösten tunnistettiin rajoittavan palveluita. (Ambrosino ym. 2004, s. 43)

Ambrosino (2004, s. 41) kuitenkin huomauttaa, että palvelun käyttö on yleistynyt hitaasti ja tätä myötä myös tuottojen kasvu on ollut hidasta varsinkin Anguksen alueella, jossa kutsujoukkoliikenne on täysin uusi konsepti. Projektin aikana huomattiin, että ihmisten kestää tottua ja luottaa uusiin kuljetuspalveluihin ja tilausjärjestelmiin. Uusi palvelu ei itsessään ole riittävä, vaan ihmisiä tulisi ohjata käyttämään palvelua esimerkiksi markkinoinnin avulla. Lisäksi Firenzessä kutsujoukkoliikenteen palvelut olivat jo aikaisemmin yleistyneet erilaisten sidosryhmien kautta, sillä ryhmät voivat olla helpommin valmiita kokeilemaan uusia palveluita kuin yksilöt. Myös kutsujoukkoliikenteen liiketoimintamallien kehittäminen asiakasnäkökulmasta on oleellinen askel kohti kestävämpää liiketoimintaa ja pysyvämpää liikennemuotoa (Ambrosino ym. 2004, s. 48).

4.5 Matkailualan tilausjärjestelmien kehitys

Henkilöliikenteen tilausjärjestelmistä kiistatta pisimmälle ovat kehittyneet lentoliikenteen ja matkailualan käyttämät sähköiset tilausjärjestelmät, jotka mahdollistavat lennon varaamisen minne päin maailmaa tahansa. Näillä tilausjärjestelmillä on myös huomattavan pitkä historia ja hyvin omalaatuinen hierarkiansa. Matkailualan tilausjärjestelmät ovat myös edesauttaneet alan liiketoiminnan kehittymistä sekä muuttuneet jopa itsessään omaksi liiketoiminnaksi, minkä vuoksi matkailualan tilausjärjestelmien tarkastelu tulevaisuuskuvan yleisten tavoitteiden valossa on hyvin mielenkiintoista.

Matkailualan sähköisten tilausjärjestelmien juuret ajoittuvat 1970-luvulle, jolloin lentoyhtiöiden omat varausjärjestelmät (Computer Reservation Systems, CRS) yleistyivät. Nämä varausjärjestelmät toimivat matkailutoimintojen tietokantana, jota kautta matkoja pystyttiin myymään jälleenmyyjien toimesta. (Kracht ja Wang 2010, s. 739)

Myöhemmin 1980-lvulla lentoyhtiöiden omat varausjärjestelmät (CRS) kehittyivät globaaleiksi tilausjärjestelmiksi (Global Distribution Systems, GDS) laajentamalla maantieteellisiä toiminta-alueitaan sekä lisäämällä järjestelmiinsä muiden lentoyhtiöiden ja matkailutoimijoiden tuotteita kuten majoitus-, autonvuokraus- ja viihdepalveluita sekä juna- ja laivalippuja. GDS-tilausjärjestelmät loivat alalle yhtenäisen kommunikaatiostandardin ja muuttuivat lopulta varaustyökaluista omaksi liiketoiminnaksi, ”sähköiseksi matkailun supermarketiksi” ja strategisiksi liiketoimintayksiköiksi omistajilleen. Alan kova kilpailu on kuitenkin johtanut GDS-tilausjärjestelmien huomattavaan keskittymiseen yritysostojen kautta vain muutamalle toimijalle. GDS-tilausjärjestelmien lisäksi myös lentoyhtiöt, hotellit ja matkanjärjestäjät myivät tuotteitaan suoraan kuluttajille esimerkiksi ilmaisten puhelinpalveluiden ja jälleenmyyntitahojen välityksellä. (Buhalis 1998, s. 4-5)

Matkailuala on kokenut radikaalin muutoksen, kun Internetin yleistymisen ensimmäisten Internet-selainten myötä vuodesta 1993 eteenpäin mahdollisti kommunikaation kuluttajien ja palveluiden tarjoajien välillä. Internetin yleistymisen myötä matkailupalveluiden tarjoajat pystyivät kommunikoimaan kuluttajien kanssa suoraan omien verkkosivujensa kautta aikaisempien puhelinpalveluiden ja jälleenmyyntitahojen lisäksi. Matkailupalveluiden tarjoajat pyrkivät näin irti riippuvaisuudesta matkatoimistoihin. (Kracht ja Wang 2010, s. 740) Internetin myötä syntyi verkossa toimivia matkatoimistoja, joista ensimmäinen oli vuonna 1995 aloittanut Internet Travel Network. (Kracht ja Wang 2010, s. 741)

Matkailualan myyntikanavien painopiste on siirtymässä perinteisiin hakukoneisiin. Kun kuluttaja ei tiedä internet-sivun osoitetta, hän käyttää oletettavasti hakukonetta. Hakukonepalvelut hyötyvät tästä mainostulojen kautta, mutta myös sekä verkossa toimivat matkatoimistot että metahakukoneet ovat ottaneet mainokset osaksi liiketoimintaansa. (Kracht ja Wang 2010, s. 749)

Werthnerin ja Riccin (2004, s. 104) mukaan Internetin myötä matkailualan toimijoiden prosessit ylittävät yritysten välisiä rajoja. Tämä johtaa hajautettuihin B2B2C-palveluihin, jotka saavuttavat kuluttajat niin kotona, töissä kuin matkalla ja voivat olla jopa näkymättömiä kuluttajille. Werthner ja Ricci pitävät Internetin välityksellä tapahtuvassa matkailualan yritysten yhteistyössä oleellisena yhteistyötä heterogeenisten tietomuotojen ja liiketoimintojen välillä. Tähän liittyy skaalautuvuus ja avoimuus niin maantieteellisesti kuin toiminnallisuuksien lisäämisen suhteen, toimijoiden täyden auto-

nomian säilyttäminen sekä mobiilisten että pysyvien palveluiden ja käyttäjäystävällisten käyttöliittymien tarjoaminen. Tarkoituksena on ottaa huomioon personalisoinnin tarve, ihmisten käyttäytyminen sekä kognitiiviset ja emotionaaliset ominaisuudet. Kracht ja John (2010, s. 750) huomauttavat, että Internetin myötä matkailualan myyntikanavat ovat muuttuneet dramaattisesti kohti monimutkaista verkostoa, mutta järjestelmien taustalla pätevät edelleen perinteiset liiketoiminnan säännöt: ihmisten välinen vuorovaikutus, lisäarvon luominen, kuluttajien luottamus ja brändien asema ovat edelleen säilyttäneet asemansa tärkeinä osina matkailualan tilausjärjestelmiin perustuvaa liiketoimintaa.

4.6 Päätelmät

Kulikutavan valinta on vahvasti riippuvainen totutuista tavoista ja haluttu kulkumuoto voi usein olla päätetty jo ennen tietoa kaikista vaihtoehdoista. Multimodaaliset reittiopmaat voivat helpottaa ja lisätä joukkoliikenteen käyttöä, kuten myös kokoava tilausjärjestelmä (FAMS) voi lisätä kysyntäohjautuvan liikenteen käyttöä. Esimerkiksi FAMS:n matkustajista jopa 60 % on käyttänyt palvelun avulla kutsujoukkoliikennettä jonkin muun kulkumuodon sijaan. Multimodaalisten reittioppaiden vaikutus kulkumuodon vaihtamiseen esimerkiksi yksityisautosta joukkoliikenteeseen on puolestaan ollut vähäinen.

Yksinään positiivinen asenne palvelua kohtaan ei kuitenkaan takaa reittioppaan tai uuden tilausjärjestelmän jatkuvaa käyttöä. Tilausjärjestelmien vaikutusten voidaan olettaa olevan pitkälti riippuvaisia siitä, miten palvelu huomioi matkustajien instrumentaalisten motiivien lisäksi matkustajien muut kulkumuodon valintaan vaikuttavat tekijät. Myös liiketoiminnan perusteet kuten markkinointi, lisäarvon luominen ja liiketoiminnan taloudellinen elinkelpoisuus ovat tilausjärjestelmän ja liikennöitsijöiden menestyksen kannalta ratkaisevassa osassa.

Tulevaisuuskuvassa määriteltävälle järjestelmälle voidaan tämän luvun pohjalta tunnistaa seuraavanlaisia tavoitteita:

- ⇒ Tilauspalvelu pyrkii 1) *käyttäjien hyväksyntään* kuten käyttäjäystävällisyyteen, epävarmuuden vähentämiseen sekä tiedon selkeyteen ja riittävyteen 2) sekä lisäksi tyydyttävään *tekniseen suorituskykyyn* kuten tekniseen luotettavuuteen, tiedon johdonmukaisuuteen ja nopeaan vasteaikaan.

- ⇒ Tilauspalvelu ottaa huomioon matkustajien 1) *instrumentaaliset motiivit*, kuten matka-aika ja matkan kustannus 2) sekä matkustajien muihin motiiveihin perustuvat *pehmeät arvot*, kuten kätevyys, turvallisuus ja mukavuus.
- ⇒ Tilauspalvelu tähtää avoimiin ja yhtenäisiin kommunikaatorajapintoihin, jotka yhdistävät modulaarisesti keskenään autonomisia toimijoita ja luovat edellytyksiä kolmansien osapuolien sovelluksille sekä tilausten välitykseen perustuvalla liiketoiminnalla.
- ⇒ Tilauspalvelu tarjoaa personalisoitua ja reaaliaikaista matkustusinformaatiota sekä välttää maantieteellistä rajoittumista skaalautuvilla ratkaisuilla.

5 Järjestelmäkokonaisuuden tulevaisuuskuva

5.1 Tavoitteet

Tässä luvussa määriteltävä järjestelmäkokonaisuus mahdollistaa palvelun, joka vastaa aikaisemmissa luvuissa esiteltyihin tavoitteisiin. Edellisten lukujen päätelmien pohjalta järjestelmälle voidaan asettaa seuraavat tavoitteet:

Yleiset tavoitteet:

- ⇒ Järjestelmä vastaa autonomisten autojen mahdollisesti aiheuttamaan yksityisautoilun ulkoishaittojen kasvuun siten, että tuetaan multimodaalisia ja tehokkaampia matkustustapoja kaikki liikennemuodot kattavien sähköisten tilausjärjestelmien avulla
- ⇒ Järjestelmä tukee uutta liikennepolitiikkaa: nykyisen infrastruktuurin ja liikennepalveluiden aiempaa tehokkaampi hyödyntäminen, liikenteen ongelmien ratkaiseminen ja ehkäiseminen uusien teknologioiden avulla sekä uuden liiketoiminnan ja kokeilujen mahdollistaminen

Kysyntäohjatutuvan autonomisen tieliikenteen tavoitteet:

- ⇒ Järjestelmä vastaa moninaisiin ja vaihteleviin asiakastarpeisiin pyrkimällä täyttämään perinteisen joukkoliikenteen ja yksityisautoilun väliin jäävää tarvetta joustaville ja edullisille matkustustavoille tukemalla kysyntäohjautuvia liikennemuotoja
- ⇒ Kysyntäohjatutuvan liikenteen paremman tehokkuuden saavuttamiseksi ja autonomisten autojen mahdollisesti aiheuttamaan yksityisautoilun ulkoishaittojen kasvuun vastaamiseksi järjestelmä mahdollistaa autonomisten autojen hyödyntämisen osana kysyntäohjautuvaa liikennettä

Tilauspalvelun tavoitteet

- ⇒ Kysyntäohjatutuvan liikenteen keskeinen ongelma on saavuttaa riittävä kysyntätiheys. Jotta kyytien tarjoaminen olisi kannattavaa ja palvelut voisivat saavuttaa mittakaavaetuja, järjestelmä tuo yhteen mahdollisimman monia toimijoita ja helpottaa näin toimijoiden mittakaavaetujen saavuttamista.

- ⇒ Tilauspalvelu tähtää avoimiin ja yhtenäisiin kommunikaatorajapintoihin, jotka yhdistävät modulaarisesti keskenään autonomisia toimijoita ja luovat edellytyksiä kolmansien osapuolien sovelluksille sekä tilausten välitykseen perustuvalla liiketoiminnalla.
- ⇒ Tilauspalvelu pyrkii 1) *käyttäjien hyväksyntään* kuten käyttäjäystävällisyyteen, epävarmuuden vähentämiseen sekä tiedon selkeyteen ja riittävyteen 2) sekä lisäksi tyydyttävään *tekniseen suorituskyykyyn* kuten tekniseen luotettavuuteen, tiedon johdonmukaisuuteen ja nopeaan vasteaikaan mutta samalla ottaa huomioon kysyntäohjautuvien liikennemuotojen liikennöitsijöiden omien tilausjärjestelmien mahdollisesti laskentaintensiiviset prosessit.
- ⇒ Tilauspalvelu ottaa huomioon matkustajien 1) *instrumentaaliset motiivit*, kuten matka-aika ja matkan kustannus 2) sekä matkustajien muihin motiiveihin perustuvat *pehmeät arvot*, kuten kätevyys, turvallisuus ja mukavuus.
- ⇒ Tilauspalvelu tarjoaa personalisoitua ja reaaliaikaista matkustusinformaatiota sekä välttää maantieteellistä rajoittumista skaalautuvilla ratkaisuilla.

5.2 Toiminnallinen selostus

5.2.1 Järjestelmäkokonaisuus

Järjestelmä mahdollistaa käyttäjälle ovelta-ovelle -tasoisen liikennepalvelun, jossa käyttäjä voi tilata itselleen kyydin valitsemansa käyttöliittymän kautta. Järjestelmä tarjoaa erilaisia kyytivaihtoehtoja, joista käyttäjä valitsee haluamansa omien tarpeidensa ja mieltymystensä mukaan. Kyyti voidaan tulevaisuudessa tarjota autonomisia autoja hyödyntäen.

Järjestelmä jakautuu kolmeen osaan:

1. Sähköinen tilauspalvelu, joka koostuu joukkoliikenteen reittitiedoista ja kysyntäohjautuvan liikenteen tilauspalvelusta
2. Kysyntäohjautuva liikenne
3. Autonomiset autot, jotka mahdollistavat uudenlaisia kulkumuotoja ja alhaisempia kustannuksia

Nämä järjestelmän kolme tukipilaria, kokoava tilauspalvelu, kysyntäohjautuva liikenne ja autonomiset autot ovat toisiaan vahvasti tukevia teknologisia ratkaisuja. Autonomisten autojen teknologinen kehitys riippuu kuitenkin vahvasti Suomen ulkopuolella toimivien autovalmistajien ja teknologiayritysten toimista. Tämän vuoksi tulevaisuuskuvan muodostavat osajärjestelmät ovat itsenäisiä kokonaisuuksia, joita voidaan edistää myös toisistaan riippumattomina kokonaisuuksina. Esimerkiksi tilauspalvelua voi käyttää myös nykyisen kaltaisen automatisoimattoman liikenteen kanssa. Luomalla edellytyksiä kysyntäohjautuville liikennemuodoille tietoteknisillä sekä hallinnollisilla ratkaisuilla voitaisiin vaikuttaa yksityisautoilun ulkoishaittoihin ja totuttaa käyttäjiä yhteiskäyttöisiin ja jaettuihin liikennepalveluihin jo ennen autonomisten autojen yleistymistä.

5.2.2 Käyttäjän näkökulma

Käyttäjälle tilauspalvelu tarjoaa yhtenäisen tavan päivittäisten matkavalintojen arviointiin sekä kulkumuodon valintaan ja tilaukseen. Tilauspalvelun modulaarisuuden ansiosta käyttäjä voi käyttää palvelua valitsemansa käyttöliittymän avulla.

Käyttöliittymänä voi toimia

1. verkkopohjainen palvelu (esim. valtakunnallinen),
2. mikä tahansa tilauspalvelun rajapintaa hyväksikäyttävä reittiopas tai tilausjärjestelmä kuten EU-Spirit -hankkeessa (kts. 4.2.2),
3. mobiilisovellus (esimerkiksi Google Transitin ja Uberin kaltainen yhdistelmä, kts. 4.3) tai
4. vaihtoehtoinen tilauskanava kuten puhelinpalvelu.

Käyttäjä lähettää valitsemansa käyttöliittymän kautta tarjouskyselyn palveluun ja saa vastauksena tiedon käytettävissä olevista kulkumuodoista. Käyttäjälle esitettävä tieto pyritään pitämään mahdollisimman luotettavana. Esimerkiksi pelkän matka-ajan ja hinnan lisäksi voidaan esittää käyttäjälle myös matkaan liittyviä pehmeitä arvoja kuten tarjotun yhteyden kätevyys ja kulkumuodon mukavuus. Kysyntäohjautuvan liikenteen vaihtoehtojen lisäksi matkavaihtoehtoihin voidaan palvelun vakiinnuttua lisätä myös muita matkustustapoja, kuten perinteisen joukkoliikenteen vaihtoehtoja avoimen tiedon-siirtoformaattien avulla tai tietoja paikallisista pyöräilyreiteistä ja kävelyreiteistä kaupunkipyörien noutosijainteihin. Käyttäjä valitsee haluamansa kulkumuodon omien miel-

tymystensä pohjalta ja lähettää tilauksen eteenpäin. Palvelu välittää tilauksen liikennöitsijälle, joka vahvistaa tilauksen. Käyttäjälle voidaan tarjota myös tietoja esimerkiksi mahdollisista muutoksista tilaukseen.

5.2.3 Liikennöitsijän näkökulma

Liikennöitsijälle tilausjärjestelmä tarjoaa uuden kanavan, jota kautta saada asiakkaita. Liikennöitsijät vastaavat halutessaan käyttäjien lähettämiin sähköisiin tarjouskyselyihin sovitussa standardoidussa muodossa. Liikennöitsijä voi algoritmien avulla karsia tarjouskyselyitä, joihin vastaaminen ei ole kannattavaa esimerkiksi tarjouskyselyn lähtöpaikan tai matkan pituuden vuoksi. Vastaus sisältää tiedon esimerkiksi matkan hinnasta, kestosta ja kulkumuodon tyypistä. Voidaan olettaa, että mitä enemmän liikennöitsijä voisi tarjota tietoa esimerkiksi matkan pehmeistä arvoista, sitä paremmin liikennöitsijä voisi saada tilauspalvelun kautta asiakkaita. Tiedot pyritään yhteismitallistamaan epäselvyyksien välttämiseksi. Liikennöitsijä vahvistaa saamansa tilauksen ja huolehtii tilauksen välittämisestä ajoneuvoille. Jos liikennöitsijä käyttää autonomisia autoja, tilauksen välitysprosessi muistuttaisi luvussa 4.3 esitettyä tapaa.

5.2.4 Tilauspalvelun järjestäjän näkökulma

Tilauspalvelun järjestäjä huolehtii yhteistyöstä liikennöitsijöiden kanssa ja välittää matkustajien tarjouskyselyt sekä tilaukset liikennöitsijöille. Tilauspalvelun järjestäjän tulee tarjota asiakkaille käyttöliittymä, jonka kautta tilauksia voidaan tehdä sekä sovittaa yhteen liikennöitsijöiden tilausjärjestelmät tilauspalvelun kanssa. Sähköiset tarjouskyselyt ja tilaukset välitetään ensisijaisesti liikennöitsijöiden omiin tilausjärjestelmiin, jolloin liikennöitsijät voivat käyttää tilausten käsittelyyn omia hyväksi kokemiaan tietojärjestelmiään. Ajan myötä on myös mahdollista että liikennöitsijöille tarjotaan oma käyttöliittymä tilauspalveluun, jolloin esimerkiksi uusien liikennöitsijöiden, joilla ei ennestään ole käytössä omia tietojärjestelmiä, on helpompi liittyä tilauspalveluun.

Lisäksi tilauspalvelu kanavoi maksuliikenteen käyttäjältä liikennöitsijälle. Vaihtoehtoisesti maksuliikenne tapahtuu käyttäjän ja liikennöitsijän välillä. Tilauspalvelun järjestäjä voi laskuttaa tilauspalvelun käytöstä oman komission osana maksutapahtumaa. Tilauspalvelu laskuttaa käyttäjää kertaperusteisesti tai esimerkiksi palvelupaketteihin perustuen. Maksutapahtuma hoituu mahdollisimman vaivattomasti ja perustuu yleisimpiin verkkopohjaisiin maksutapoihin kuten kansainvälisiin pankki- ja luottokortteihin tai yritysasiakkaiden laskuttamiseen. Tasa-arvoisuuden säilyttämiseksi tilauspalvelu hy-

väksyy myös rahan lataamisen ennakoon käyttäjän ”matkakukkaroon” esimerkiksi tilauspalvelun fyysisessä toimipisteessä.

Kysyntäohjautuvan liikenteen maksuperusteena toimii lähtökohtaisesti kuljettuun matkaan perustuva hinnoittelu, kuten kilometrihinnoittelu. Perinteisen joukkoliikenteen hinnat puolestaan perustuvat ostettuihin lipputuotteisiin ja näiden voimassaoloalueisiin, joten maksujärjestelmien yhteensovittamisessa kysyntäohjautuvan liikenteen ja perinteisen joukkoliikenteen välillä voi ilmetä haasteita. Suomessa joukkoliikenteen lippu- ja maksujärjestelmiä ollaan kuitenkin yhtenäistämässä, joten lipputuotteiden hintoihin vaikuttavien parametrien lisääminen tilauspalveluun oletettavasti helpottuu yhtenäisen ja avoimen lipputiedon myötä. Lisäksi käyttäjä halutessaan rekisteröi tilauspalveluun tiedon kaikista käytössään olevista maksutavoista, kuten joukkoliikenteen kausikorteista, joiden pohjalta tilauspalvelu suosittelee personalisoituja matkustusvaihtoehtoja. Joukkoliikenteen lipun hinnat voivat vaihdella huomattavasti riippuen käyttäjän hallussa olevista kausikorteista, joten joukkoliikenteen lipun hinnan esittämisen kannalta näiden syöttäminen palveluun voi olla lähes välttämätöntä.

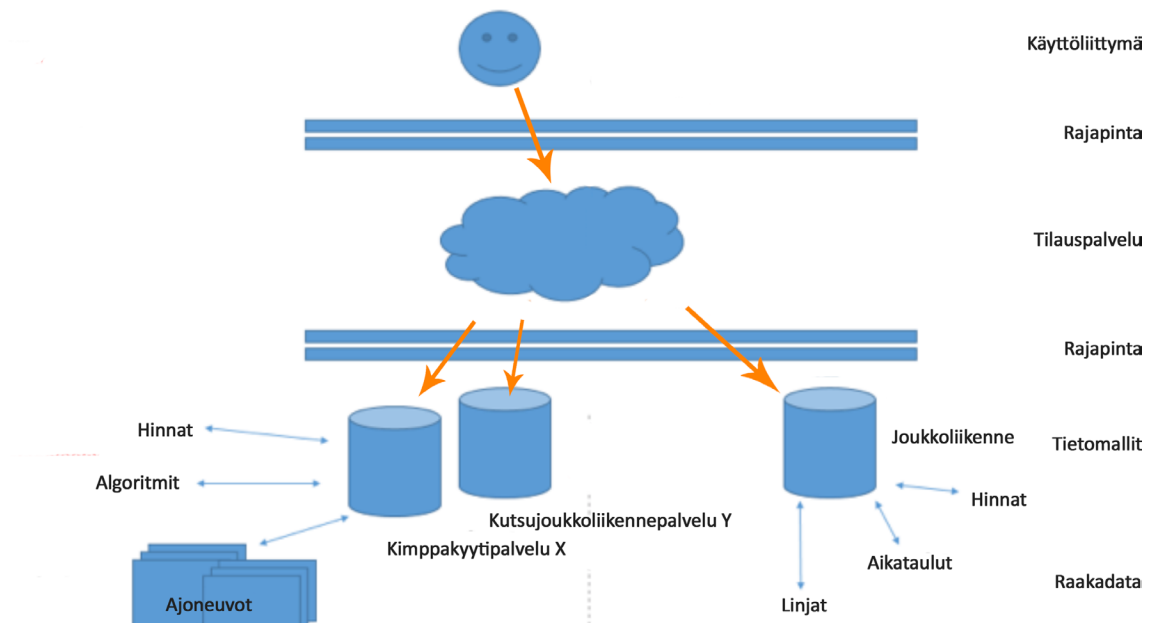
5.3 Tilauspalvelu

5.3.1 Rakenteellinen kuvaus

Kysyntäohjautuvan tieliikenteen tilauspalvelu pyrkii vähentämään tilausjärjestelmien hajanaisuutta ja lisäämään matkustajan informaatiota tarjolla olevista kulkumuodoista. Kuvat 7-9 esittävät toiminnallisen kuvauksen mukaista järjestelmää. Tilauspalvelu toimii kyytitarjousten ja -tilausten välittäjänä rekisteröityneiden liikennöitsijöiden ja matkustajien välillä. Tilausjärjestelmässä on oma avoimiin standardeihin perustuva rajapinta käyttäjille sekä liikennöitsijöille. Tiedonvälitys perustuu standardoituihin tiedonsiirtomuotoihin. Välitetty tieto on yhteismitallistettua (esim. eri kulkumuotojen matkaajat), jotta matkustajien luottamus järjestelmään säilyy.

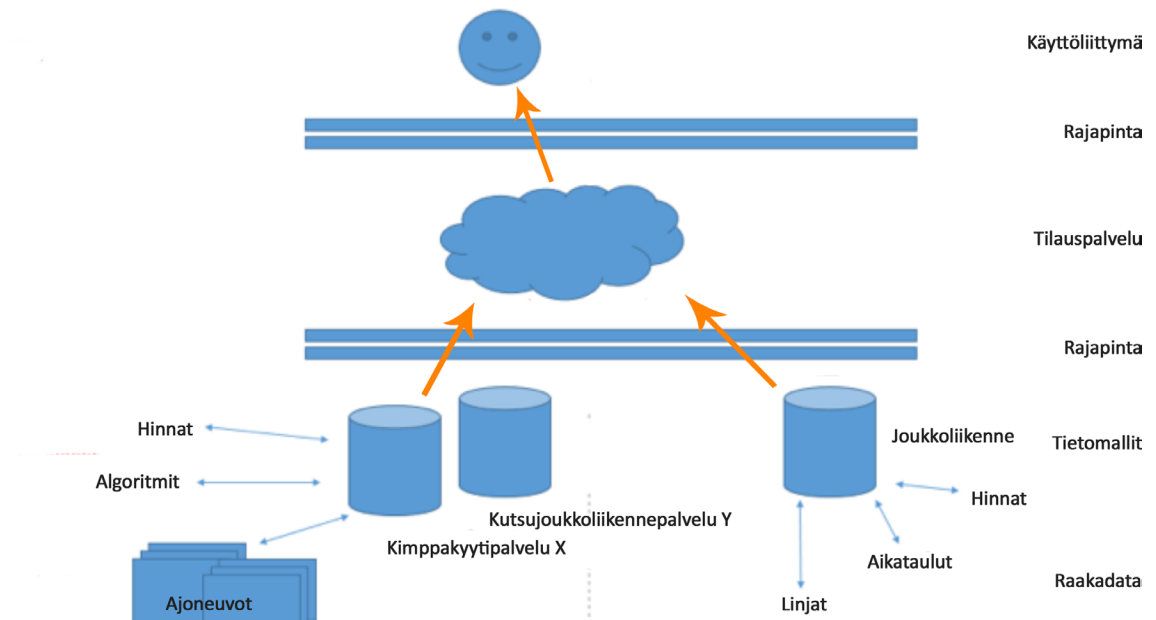
Tilauspalvelun tiedonvälitys toimii askelittain:

1. Matkustaja lähettää tarjouspyynnön tilauspalveluun. Tilauspalvelu välittää tarjouspyynnön tuntemilleen ja alueella toimiville liikennöitsijöille ja jää odottamaan vastauksia kohtuulliseksi ajaksi. (Kuva 5)



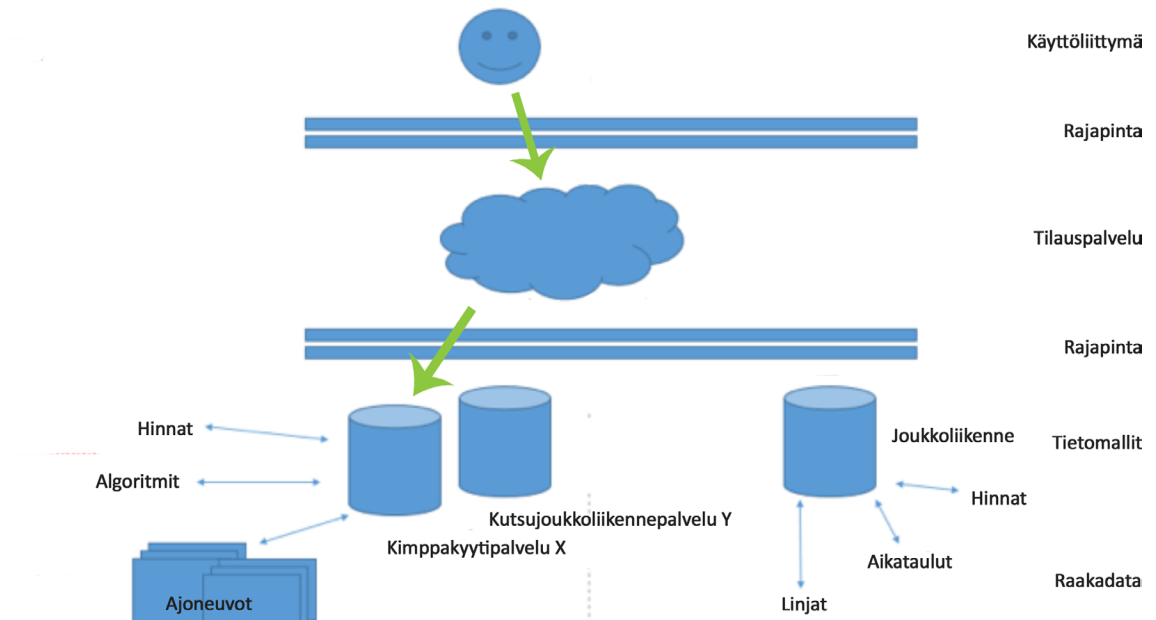
Kuva 5. Käyttäjä lähettää tarjouspyynnön liikennöitsijöille tilauspalvelun kautta.

- Liikennöitsijät arvioivat tarjouspyynnön sähköisesti omien algoritmien mukaisesti ja vastaavat halutessaan tarjouksella. Liikennöitsijä voi myös halutessaan jättää vastamaatta tarjouspyyntöön, jos näin halutaan esimerkiksi säästää laskentaan käytettäviä resursseja. Tilauspalvelu välittää liikennöitsijöiden antamat tarjoukset matkustajalle. (Kuva 6)



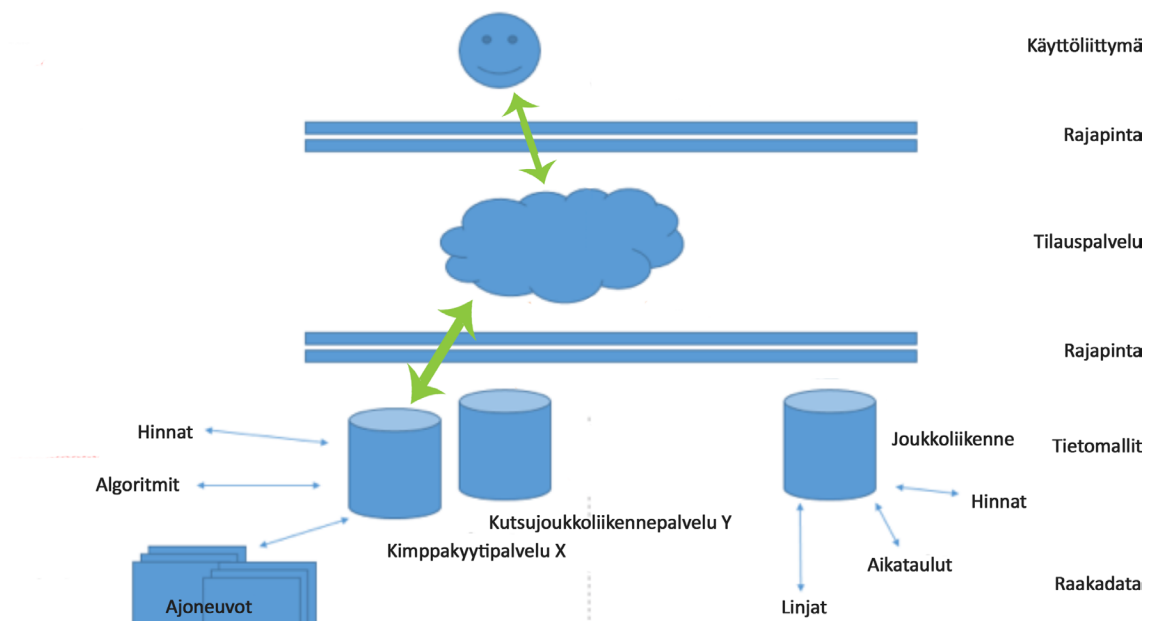
Kuva 6. Liikennöitsijät vastaavat halutessaan käyttäjän tarjouspyyntöön.

3. Matkustaja vahvistaa halutessaan jonkin tarjouksen määritellyssä aikaikkunassa tai valitsee esimerkiksi kimpapakyytivaihtoehdon. Tämän jälkeen matkustajan hyväksyminen välitetään liikennöitsijälle. (Kuva 7)



Kuva 7. Käyttäjän hyväksymän kyytivaihtoehdon tiedot välitetään liikennöitsijälle.

4. Liikennöitsijä tarjoaa sovitun palvelun. Liikennöitsijä voi välittää tilauspalvelun kautta myös lisäinformaatiota matkustajalle. (Kuva 8)



Kuva 8. Lisäinformaation kommunikoiminen käyttäjälle on mahdollista tilauksen teon jälkeen.

Koska järjestelmä on avoin ja hajautettu, ovat eri järjestelmän osat vaihdettavissa ja tilaamiseen soveltuva käyttöliittymä käyttäjän vapaasti valittavissa. Liikennöitsijät säilyttävät järjestelmässä oman autonomiansa, mutta saavat palvelun kautta asiakkaita ja voivat hyödyntää halutessaan tilauspalvelua halutessaan myös yhteistyöhön muiden toimijoiden kanssa. Liikennöitsijät voivat myös viestiä rajapintojen ja standardien avulla keskenään ilman tilauspalvelua. Tilauspalvelu on järjestelmän avoimuuden ja rajapintojen vuoksi myös täysin korvattavissa. Tässä mielessä tilauspalvelu muistuttaa lentoliikenteen GDS-järjestelmiä, jotka muuttuivat pelkistä varausjärjestelmistä omaksi kilpailuksi liiketoiminnaksi (kts. luku 4.5).

Perinteinen joukkoliikenne kulkee ennalta määrätyn aikataulun mukaisesti suunniteltuja reittejä pitkin, kun taas kutsujoukkoliikenteen ajoneuvot saattavat muuttaa reittiään vain minuuttien varoitusajalla. Tämän vuoksi perinteinen joukkoliikenneinformaatio on kysyntäohjautuvaan liikenteeseen viestintään verrattuna huomattavasti staattisempaa. Kysyntäohjautuvassa liikenteessä voidaan olla siis varmoja pelkästään kyseisellä hetkellä vallitsevasta tai ennustetusta tilanteesta. Tämän vuoksi ehdotettu tilauspalvelu ei voi luottaa staattiseen tietoon palveluiden tilasta, vaan välittää käyttäjän lähettämän tarjoukseen eteenpäin kaikille alueen toimijoille. Tämä ei kuitenkaan rajoita matkan ennakkovaraamista, vaan varauksen hyväksyminen on liikennöitsijöiden vastuulla. Kun liikennöitsijä on antanut tarjouksen, käyttäjän tulee hyväksyä tarjous tietyssä aikaikkunassa, sillä on mahdollista että tarjouksen matka-aika muuttuu tarjouksen antamisen jälkeen. Muutoksen vaikutus pyritään minimoimaan aikaikkunalla. Liikennöitsijöiden tulee pyrkiä ennakoimaan tämän aikaikkunan aiheuttamat muutokset omissa tarjousalgoritmeissaan.

Modulaarisuus takaa myös järjestelmän laajennettavuuden. Koska joukkoliikenteeseen ja matkailualan liittyvät tietovarannot ovat pitkälle standardoituja, olisi näiden lisääminen tilauspalveluun lähinnä kustannuskysymys. Tilauspalvelun rajapintojen toimiessa molempiin suuntiin, on myös mahdollista, että jo vakiintuneet reittioppaat tai metahakukoneet hyödyntäisivät tilauspalvelua. Kolmansien osapuolien on mahdollista kehittää tilauspalveluun uusia käyttöliittymiä. Tilauspalvelulle voitaisiin myös kehittää esimerkiksi valtakunnallinen käyttöliittymä.

Liikennöitsijöiden vastuulle jää omaan keskeisen liiketoimintansa hoitaminen ja tähän liittyvän raakadatan kuten reaaliaikaisten sijainti- ja matkustustietojen käsittely. Tehokas suoriutuminen datan käsittelystä ja matkustajien tarpeiden huomioiminen esimer-

kiksi personalisoinnilla sekä reaaliaikaisen tiedon tarjoamisella voi taata yksittäisille liikennöitsijöille kilpailuedun ylitse muiden tilauspalvelussa mukana olevien kilpailijoiden.

Tilauspalvelun järjestäjänä voi toimia esimerkiksi yksityinen toimija, joka pyrkii kehittämään tilauspalvelun järjestämisestä mahdollisimman tehokasta liiketoimintaa. Tulevaisuudessa tilauspalvelun järjestäjiä voi myös olla useita, joka kilpailun myötä voi johdtaa palveluiden entistä tehokkaampaan järjestämiseen. Kilpailun syntymistä voidaan edistää luomalla tilauspalvelun järjestämiselle yleistettävissä oleva toimintamalli.

Tilauspalvelun järjestäjä voi alkuvaiheessa olla myös nykyisenkaltaisen liikennepalveluja tuottava organisaatio (kuten HSL). Voidaan olettaa, että tässä työssä kuvatus järjestelmäkokonaisuuden kehityspolku etenee julkisen hallinnon organisoimien tai tukemien kokeilujen kautta kohti palveluja, jotka ovat täysin yksityisten yritysten tuottamia.

Koska on realistista odottaa, että kysyntäohjautuva liikenne on pitkään perinteistä joukkoliikennettä täydentävä palvelu, on tärkeää, että joukkoliikennepalvelun tuottajan ja tilauspalvelun järjestäjän välillä on yhteistyötä julkisen liikenteen järjestelmän toimivuuden varmistamiseksi muuttuvissa tilanteissa.

5.3.2 Edellytysten luominen ja testaustoiminta

Tilauspalvelu vaatii järjestäjän, jolla on riittävät resurssit palvelun pystyttämiseen. Tilauspalvelun järjestäjä pyrkii yhteistyöhön liikennöitsijöiden kanssa, kerää palvelulle riittävän asiakaspohjan sekä kehittää tilauspalvelun siten, että se toimii yhteen liikennöitsijöiden tietojärjestelmien kanssa ja vastaa asiakkaiden tarpeita. Käyttäjä maksaa liikennepalveluiden käytöstä liikennöitsijälle mahdollisesti tilauspalvelun välityksellä, jolloin tilauspalvelun järjestäjän on mahdollista veloittaa välittämisestä palkkio. Esimerkiksi taksit voisivat kuulua jo nyt osaksi järjestelmää. Taksiliikennelaki velvoittaa, että jokaisella paikkakunnalla toimii oma taksien tilauskeskus, mutta ei rajoita takseja kuulumasta useampaan järjestelmään. Suurimpana haasteena on osapuolten yhteensovittaminen ja tilauspalvelun riittävän suosion saavuttaminen. Palveluiden markkinointi on kriittinen tekijä, minkä vuoksi riittävän rahoituksen lisäksi markkinoinnin järjestämisessä tulee pyrkiä uudenlaisiin markkinointikeinoihin, jotka soveltuvat uudenlaisten liikennepalveluiden mainostamiseen ja erityisesti vetoavat nuoriin aikuisiin.

Liikennöitsijät säilyvät itsenäisinä toimijoina, jotka kantavat omat kustannuksensa. Järjestelmän käynnistysvaiheessa liikennöitsijät voivat kuitenkin kysyntäohjautuvan liikenteen luonteen vuoksi tarvita rahoitusta niin liikennöintiin kuin tilauspalvelun kanssa yhteensopivien tietojärjestelmien kehittämiseen.

Tilauspalvelun kehittämisessä ei tulisi keskittyä liikaa yksittäisen käyttöliittymään vaan järjestelmätasoon. Haastavaa tässä on, että ilman käyttöliittymää palvelua ei kuitenkaan voida käyttää, ja esimerkiksi palveluiden käyttäjäystävällisyys on oleellinen askel kohti käyttäjien hyväksyntää. Avoimella tiedonsiirrolla voidaan kuitenkin luoda edellytyksiä kolmansien osapuolien kehittämille käyttöliittymille, jotka voisivat täydentää käyttöliittymätarjontaa myös laitteilla, joihin tilauspalvelun järjestäjä ei ole pääasiallisesti keskittynyt.

Nopeasti muuttuvien teknologioiden vuoksi tulee tähdätä lyhyisiin ja paikallisiin kokeiluihin, joissa opittuja toimintatapoja voidaan soveltaa myös muualla. Tällainen on esimerkiksi alueellinen kokeilu, joka mahdollistaa tilauspalvelun toteuttamisen siten, että se vastaa alueen asiakkaiden tarpeisiin. Tällöin myös markkinointi voidaan kohdentaa paikallisesti. Pienelle alueelle kohdennetulla kokeilulla riittävän kysyntätiheyden saavuttaminen ja liikennöitsijöiden sitouttaminen toimimaan alueella voi olla helpompaa kuin suuremmalla kokeilualueella. Yhteistyötä esimerkiksi paikallisten sidosryhmien kanssa tulee harjoittaa, kuten FAMS-projektissa, jolloin kynnys palvelun käyttämiseen voi olla matalampi.

Tilauspalvelun testikäyttö tulisi aloittaa ottaen huomioon kysyntäohjautuvan liikenteen alueelliset rajoitteet, joita käsitellään luvussa 5.4.2. Tilauspalvelun testikäyttöön sopisi parhaiten alue, jossa on jo ennestään toiminnassa kysyntäohjautuvaa liikennettä, mutta jossa palveluiden tunnettavuutta ja tehokkuutta voitaisiin parantaa, kuten esimerkiksi pääkaupunkiseudulla. Tilauspalvelun testikäyttö ei vaadi, että alueella on käytössä automatisoituja autoja, vaan palvelua voidaan testata jo nykyisenkaltaisilla kysyntäohjautuvan liikenteen kulkumuodoilla.

On myös varmistettava, että palvelun vaatimat viestintäteknologiat toimivat alueella. Nopeissa kokeiluissa tilauspalvelusta toteutetaan vain kriittiset toiminnot sisältävä yksinkertainen versio toimivasta palvelusta (minimum viable product, MVP), jolla testataan tilauspalvelun perusajatuksen ja toimintalogiikan toimivuutta sekä pyritään alusta alkaen kohti kannattavaa liiketoimintaa.

Testaustoiminnan ajallinen toteutus

- 2015-2016** Tilauspalvelun ensimmäiset nopeat kokeilut
- 2017** Tilauspalvelu käytössä kokeilujen kautta hyväksi todetuilla alueilla
- 2018** Uusien tilauspalveluiden syntyminen mahdollistetaan avoimen tiedon vaihdon kautta kokeiluissa hyväksi todetuista toimintamalleista
- 2020** Testaustoiminta yhdessä ensimmäisten kuluttajille suunnattujen automatisoitujen autojen kanssa ja tilauspalvelun laajentaminen valtakunnalliseksi toimintamalliksi
- 2020-** Tilauspalveluiden järjestäjiä useita, jotka kilpailevat keskenään ja suomalaiset toimijat ovat vieneet tilauspalvelun mallin myös ulkomaille

5.3.3 Vaikutukset

Kysyntäohjautuvan autonomisen tieliikenteen järjestelmä ei voisi toimia ilman tilausjärjestelmää, joka huolehtii autojen ja matkustajien välisestä kommunikoinnista. Koska kysyntäohjautuvien kulkumuotojen palvelutason, hinnan ja vaikutusten on havaittu riippuvan oleellisesti näiden kulkumuotojen markkinaosuudesta, voisi esitetty kokoava tilauspalvelu auttaa yksittäisiä liikennöitsijöitä saavuttamaan helpommin mittakaavaetuja, jotka edesauttavat myös yhteiskunnallisten hyötyjen saavuttamista. FAMS-projektin pohjalta on myös merkkejä, että kokoavat tilausjärjestelmät voivat parantaa huomattavasti kysyntäohjautuvien liikennepalveluiden tehokkuutta.

Kuten joukkoliikenteen reittioppaiden ja FAMS -projektin tilausjärjestelmän myös esitetyn kokoavan tilauspalvelun voidaan olettaa helpottavan matkustustapavalintaa, kun tieto tarjolla olevista liikennemuodoista keskittyisi yhteen palveluun. Kun liiketoiminnan muodostumiselle luotaisiin toimivat edellytykset, voisi tilauspalvelumallista kehittyä parhaimmillaan lentoliikenteen GDS-järjestelmiä muistuttavia useita kilpailevia liikennepalveluiden kauppapaikkoja.

Jos tilauspalvelua ei toteuteta, on riskinä, että suuret ulkomaiset toimijat ajan myötä ottavat haltuun uusien liikennepalveluiden tarjoamisen. Siinä tilanteessa nämä toimijat itse päättävät, tukevatko ne esimerkiksi kyytien yhdistelyyn perustuvia kulkumuotoja. Tämän lisäksi tilausjärjestelmät pysyisivät hajanaisina järjestelminä, eikä tehokkuus-

hyötyjä saavutettaisi, eikä myöskään voitaisi tukea suomalaisia kysyntäohjautuvan liikenteen palveluita.

5.4 Kysyntäohjautuva autonominen tieliikenne

5.4.1 Kulkumuodot

Määritellyn järjestelmän myötä nykyään tuntemamme kulkumuodot tulevat muuttumaan. Kun kuljettaja poistetaan auton ratista, voidaan olettaa muodostuvan kulkumuotoja, joille ei vielä ole vakiintuneita termejä ja käytäntöjä. Nykyisten rakenteiden näkökulmasta voivat erilaisten kulkumuotojen väliset rajat hämärtyä, esimerkkinä tästä autonominen taksi ja autonominen yhteiskäyttöauto.

Tässä työssä tarkastelun ulkopuolelle rajautui ns. perinteinen joukkoliikenne sekä palveluintensiivinen palveluliikenne. Ei ole kuitenkaan pois suljettua, että suuremmilla linja-autoilla liikennöitävä joukkoliikenne myös hyödyntäisi tulevaisuudessa automatisoituja ajoneuvoja. Oletettavaa kuitenkin on, että joukkoliikenteessä kuljettajaa tai muuta avustavaa henkilökuntaa edelleen tarvittaisiin palvelemaan asiakkaita.

Työssä tehdyt rajaukset eivät kuitenkaan tarkoita, että vain tarkastellut kulkumuodot voisivat kuulua tilauspalveluun. Tilauspalvelun modulaarisuuden ansiosta teknisesti mikä tahansa kulkumuoto voisi liittyä järjestelmään riippumatta siitä, kuka tätä operoisi ja miten. On myös mahdollista, että tulevaisuudessa autot tulevat muuttumaan automatisoitumisen lisäksi myös rakenteellisesti, mutta tarkasteltavat kulkumuodot eivät myöskään itsessään ota kantaa autojen rakenteellisiin ratkaisuihin.

Järjestelmän myötä itse kulkumuodon tyyppiä oleellisemmaksi saattaa nousta valitun kyydin tehokkuus, palvelutaso ja hinta, joihin käyttöasteella voi olettaa olevan suora vaikutus.

- Kyytien yhdistelyyn perustuvat *jaetut kulkumuodot*: korkea käyttöaste – matalampi hinta ja palvelutaso
 - Autonominen kutsujoukkoliikenne
 - Jaettu autonominen auto
- Yksilöllistä palvelua tarjoavat *yhteiskäyttöiset kulkumuodot*: matalampi käyttöaste – korkeampi hinta ja palvelutaso

- Autonominen taksi
- Yhteiskäyttöinen autonominen auto

Kutsujoukkoliikenne vaikuttaa potentiaalisimmalta alustalta ottaa käyttöön autonomiset autot joukkoliikenteessä. Nykyisillään esimerkiksi HSL:n Kutsuplus-palvelussa maksaminen ja tilaaminen hoidetaan jo kokonaan internetin välityksellä. Kutsujoukkoliikenteen kysyntäohjautuva luonne ja pitkälle automatisoitavissa oleva asiakasprosessi voisivat tarjota hedelmällisen ympäristön autonomisten autojen hyödyntämiselle ja **autonomiselle kutsujoukkoliikenteelle**.

Kimppakyytien osalta tulevaisuus vaikuttaa hyvin mielenkiintoiselta kulkumuodon määrittelyn kannalta. Autonomian myötä autossa ei olisi enää kuljettajaa, joten nykyinen asetelma, jossa kuljettaja nähdään selkeästi kyydin tarjoajana ja muut tämän kyytiläisinä, tulisi muuttumaan. Kun auton omistaja olisi mukana autossa, voitaisiin tämä nähdä kimppakyytinä. Sama omistaja voisi kuitenkin antaa autonsa esimerkiksi oman työpäivänsä ajaksi muiden käyttöön, jolloin tämä muistuttaisi vertaisvuokrausta, jossa vuokraajia olisi kuitenkin useampi. Tämän pohjalta voidaan tunnistaa uudenlainen kulkumuoto: **jaettu autonominen auto**.

Koska autonominen kutsujoukkoliikenne ja jaetut autot tähtäävät mahdollisimman korkeaan auton käyttöasteeseen, ne voidaan nähdä nykyisenkaltaisen autokannan valossa ja järjestelmälle määriteltujen tavoitteiden kannalta edullisempina vaihtoehtona kuin henkilökohtaisemmat kulkumuodot. On kuitenkin oletettavaa, että henkilökohtaisemmille kulkumuodoille edelleen löytyisi kysyntää. Matalamman käyttöasteen kulkumuodot voisivat tarjota henkilökohtaisemman kulkumuodon sitä tarvitseville kuten yritysasiakkailla sekä henkilökohtaista tilaa arvostaville.

Ilman kuljettajaa toimiva **autonominen taksi** voisi tarjota edelleen tulevaisuudessa henkilökohtaisen matkustustavan. Koska esimerkiksi yritysasiakkaat voivat arvostaa kuljettajan tarjoamia palveluita ja osa asiakkaista ei välttämättä selviäisi ollenkaan ilman kuljettajan apua, saattaisivat taksikuljettajat tai muut palveluhenkilöt lisäksi säilyä osassa taksiliikennettä.

Taksiliikennettä vastaavaa toimintaa voitaisiin suorittaa myös tilausliikenteenä. Kyytien yhdistelyyn perustuva kutsujoukkoliikenne voidaan nähdä tilausliikennettä ympäristöystävällisempänä joukkoliikennemuotona, sillä linja-autojen matkustajaa kohden suhteu-

tettu energian kulutus pienillä matkustajamäärillä voi olla henkilöautoja suurempi (kts. Möttönen 2012).

Yhteiskäyttöinen autonominen auto tarjoaisi jaettua autonomista autoa henkilökohtaisemman tavan matkustaa. Autonominen taksi ja yhteiskäyttöinen autonominen auto olisivat toiminnaltaan hyvin samanlaisia, mutta yhteiskäyttöinen autonominen auto voisi perustua nykyisten yhteiskäyttöautojen tapaan pysyvään jäsenyyteen ja laskutukseen. Autonominen taksi puolestaan tarjoaisi vaihtoehdon hetkelliseen henkilökohtaiseen kyydin tarpeeseen ja perustuisi kertalaskutukseen. Autonominen yhteiskäyttöinen auto voisi perustua nykyisenkaltaisiin yhteiskäyttöautopalveluihin tai vertaisvuokraukseen.

5.4.2 Edellytysten luominen ja testaustoiminta

Autonomiset autot ovat kehitteillä oleva teknologia, ja aikataulullisesti näiden kehittämisestä suomalaisiin oloihin sopivaksi ei ole täyttä varmuutta. Työssä tehdyn automatisoitujen autojen teknologiakatsauksen perusteella Suomen vaativat sääolosuhteet rajoittavat nykyisellään autonomisten autojen yleistymistä, ja on mahdollista, että myös testaustoiminta onnistuu vain kesäaikana. Koska riittävästi tietoa automatisoitujen autojen infrastruktuurille asettamista vaatimuksista ei ollut työn tekemisen aikana saatavilla, rajattiin tämä työn ulkopuolelle. Siitä huolimatta voidaan todeta, että oleelliseksi avoimeksi kysymykseksi jää automatisoitujen autojen toimintavarmuus esimerkiksi talviolioissa ja hiekkateilla. Sen vuoksi autonomisten autojen testaustoimintaa tulee Suomessa edistää yhteistyössä kansainvälisten autonvalmistajien ja teknologiayritysten kanssa. Koska autonomisten autojen teknologioiden kehittymiseen ei voida suoraan vaikuttaa, autonomisten autojen ohella huomio tulisikin kiinnittää erityisesti kysyntäohjautuvan liikenteen edellytysten edistämiseen.

Alustavien tutkimusten perusteella ihmisten asenteet autonomisia autoja kohtaan ovat varovaisia. Autonomisten autojen ja niihin perustuvan kysyntäohjautuvan liikenteen järjestelmien haasteena onkin vakuuttaa ihmiset autojen turvallisuudesta. Ihmisten luottamus autonomisiin autoihin olettavasti kasvaa sen myötä, kun ihmiset näkevät ja pääsevät vuorovaikutukseen autojen kanssa. Ihmisten asenteet vaikuttavat myös luottamukseen uudenlaisia liikennepalveluita kohtaan varsinkin esimerkiksi kimppakyydeissä ja vertaisvuokrauksessa, joissa luottaminen muihin käyttäjiin on ratkaisevassa asemassa. Julkisten kokeilujen järjestäminen ja niistä tiedottaminen voi edistää ihmisten positiivisia asenteita autonomisia autoja ja kysyntäohjautuvia liikennemuotoja kohtaan. Merkit-

tävänä tulevaisuuden haasteena on myös autonomisten autojen keräämän datan yksityisyyden ja autojen tietoturvallisuuden takaaminen. Lisäksi vakuutusyhtiöiden vastuulla oleva automatisoitujen autojen vakuutusten hinnoittelu voi myös vaikuttaa automatisoitujen autojen yleistymiseen.

Autonomisten kysyntäohjautuvien liikennemuotojen suhteen oleellinen kysymys on, onko esimerkiksi ilman kuljettajaa autonomisella henkilöautolla suoritettava liikennöinti rinnastettavissa ammattimaiseen henkilöiden *kuljettamiseen* vai auton *vuokraamiseen*. Jos autonomisilla henkilöautoilla suoritettava liikennöinti rinnastetaan auton vuokraamiseen, tällöin taksiliikenteen sääntely tuskin koskisi liikennöintiä. Alalle olisi vapaampi pääsy, mutta samalla myös menetettäisiin sääntelyn tuomia etuja esimerkiksi palvelutason suhteen. Taksilupien määrän sääntely voisi vaikuttaa liikennöitsijöiden määrään järjestelmän kokeiluvaiheessa. Vähäisemmän kysynnän alueella voi järjestelmän tehokkuuden kannalta olla kuitenkin kannattavampaa käyttää liikennöintiin henkilöautoja kuin linja-autoja.

Kimppakyytien yleistymistä voitaisiin edistää selkeyttämällä kimppakyytien veloitusrusteita. Autonomisten autojen kannalta tulee myös harkita, tulisiko esimerkiksi oman autonomisen auton käyttäminen tulonhankintaan sallia siten, että auto voisi ansaita omistajalleen rahaa ilman, että omistaja on kyydissä. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla uudenlaisen lainsäädännön kehittäminen, joka sallisi kyytien yhdistelyyn perustuvaan liikennepalveluun osallistumisen ja tämän kautta tulonhankinnan, palvelun hyödyntäessä jo olemassa olevia ajoneuvoja ja vaikuttaessa positiivisesti liikenteen ulkoisiin kustannuksiin.

Testaustoiminnan ajallinen toteutus

2015-2018 Ensimmäiset autonomisten autojen kokeilut osana joukkoliikennettä⁶

2018-2020 Ensimmäiset automatisoidut autot kuluttajien käyttöön ja näiden testaaminen osana yhteiskäyttö- ja kimppakyytipalveluita

2020-luku Autonomiset autot useilla alueilla osana joukkoliikennettä ja automatisoidut autot yleistyvät kuluttajien keskuudessa

⁶ Alkaen vuonna 2015 Kivistön asunomessualueen kokeilusta ja testaustoiminnan normaalin tieliikenteen parissa sallivasta lainsäädännöstä (kts. luvut 3.1.3 ja 3.2)

5.4.3 Vaikutukset

Kysyntäohjautuvan autonomisen tieliikenteen vaikutukset riippuvat merkittävästi saavutettavasta markkinaosuudesta. Alustavien simulaatiotulosten perusteella voidaan autonomisten autojen ja kysyntäohjautuvan liikenteen yhdistämisellä saavuttaa huomattavia vaikutuksia tieliikenteen sisäisiin ja ulkoisiin kustannuksiin.

Myös liikenteen turvallisuus voi järjestelmän myötä parantua huomattavasti. Tähän vaikuttaa se, että autonomiset autot ovat olettavasti turvallisempia kuin nykyiset autot, sekä myös se, että kyytien yhdistelyyn perustuvien kulkumuotojen yleistyessä onnettomuuksien määrä vähenee liikennesuoritteen laskiessa.

Kysyntäohjautuva liikenne on joustavuutensa ansiota omiaan tarjoamaan vaihtoehdon yksityisauton käyttämiselle alueella, jossa tiheiden joukkoliikennevuorojen tarjoamiselle ei ole riittävää kysyntää, mutta joukkoliikennettä pienemmillä ajoneuvoilla ajettavalle kysyntäohjautuvalle liikenteelle on riittävä kysyntätiheys. Esikaupunkialueilla kysyntäohjautuvaliikenne voi palvella joukkoliikenteen runkoliikenneverkon ulkopuolelle jäävää poikittaisliikennettä ja tarjota syöttöliikennettä esimerkiksi raideliikenteelle. Kaupunkien keskustoissa kysyntäohjautuva liikenne kilpailee vahvojen joukkoliikenneyhteyksien ja lyhyiden kävely- sekä pyöräilyetäisyyksien kanssa, mutta voi suuremman asukastiheyden vuoksi silti olla kannattava vaihtoehto esimerkiksi poikkeaviin vapaa- ja työajan matkoihin tai ilta- ja yöaikaan. Haja-asutusalueella yksityisauton voidaan edelleen olettaa olevan vahvoilla, sillä kysyntäohjautuvan liikenteen ongelmana on pitkillä välimatkoilla ja alhaisella kysyntätiheydellä sopeutua kysyntään ilman pitkiä sopeutumis- tai odotusaikoja. Erialaisten alueiden kysyntätiheydestä riippuen voidaan myös käyttää eri tarpeeseen erikokoisia ajoneuvoja, jolloin tehokkuutta voidaan parantaa myös matalamman kysynnän alueilla.

Kaupunkien välisillä matkoilla joukkoliikenteen runkoliikenneyhteydet tarjoavat edelleen luotettavan vaihtoehdon matkustamiselle, mutta jaetut autonomiset autot voivat houkutella edullisuutensa ansiosta käyttämään kysyntäohjautuvaa liikennettä myös pidemmällä matkoilla. Kaupungin ja haja-asutusalueiden välisillä matkoilla puolestaan yhteiskäyttöisyyteen perustuvat kulkumuodot ovat selkeä vaihtoehto yksityisautoilulle, jos autonomian myötä autot voivat myös esimerkiksi itsenäisesti palata takaisin kaupunkiin. Pidemmällä matkoilla voi olla myös järkevää yhdistää kysyntäohjautuvan lii-

kenteen matka osaksi tehokkaan joukkoliikenteen runkoliikenteen matkaa liityntäyhteytenä jommassakummassa tai molemmissa päissä matkaa.

Nykyisellään kimpakyydit ja autonomian myötä kysyntäohjautuva liikenne yleensäkin voi edullisuutensa vuoksi muodostua houkuttelevaksi vaihtoehdoksi myös työmatkoilla, jos perinteinen joukkoliikenne ei pysty tarjoamaan asiakkaalle vastaava joustavuutta. Perinteisen joukkoliikenteen etuna on kuitenkin kysyntäohjautuvaan liikenteeseen verrattuna tottumukseen perustuva matkustamisen helppous, kuten tutulle pysäkillä kävely tuttuun aikaan. Huomioimalla tilauspalvelun matkaketjujen muodostamisessa myös perinteisen joukkoliikenteen vaihtoehdot voidaan järjestelmän avulla tarjota joukkoliikenteelle syöttöliikennettä ja tehdä näin joukkoliikenteestä joustavampaa sekä houkuttelevampi vaihtoehto yksityisautoilulle. Kuitenkin muun muassa vaihtojen koettu mielekkyys oletettavasti vaikuttaa siihen, valitseeko käyttäjä pelkästään kysyntäohjautuvaan liikenteeseen perustuvan matkan vai joukkoliikennettä ja kysyntäohjautuvaa liikennettä yhdistelevän matkan.

Nykyisenkaltaisten yhteiskäyttöautojen positiiviset ympäristövaikutukset koostuvat siitä, että näiden yksikköpäästöt ovat yleensä keskimääräistä autokantaa pienempiä ja autoa käytetään yleensä vain todelliseen tarpeeseen, jolloin yhteiskäyttöautoilijoiden kokonaisliikennesuorite laskee. Autonomian myötä alempi hinta ja helpompi käytettävyys voi mahdollisesti kuitenkin vähentää yhteiskäyttöisten autonomisten autojen positiivisia ympäristövaikutuksia. Lisäksi voidaan olettaa, että yhteiskäyttöiset autonomiset autot pyritään saamaan mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön, mutta yksittäiset autot kulkevat kuitenkin nykyisiä yhteiskäyttöautoja pidempiä matkoja pyrkiessään sopeutumaan kysyntään.

Yhtenä avoimena kysymyksenä on myös, johtaisiko liian helposti käytettävä järjestelmä esimerkiksi pyöräilyn ja kävelyn vähenemiseen. Järjestelmän modulaarisuuden ansiosta olisi myös kaupunkipyörien tarjoajan mahdollista liittyä tilauspalveluun, jolloin käyttäjälle voitaisiin näyttää reitti esimerkiksi kaupunkipyörien noutopaikkaan tai suositella polkupyöri- ja kävelyreittejä käyttäjän valitsemaan määräänpäähän.

Kulkumuotojen mukaan jaoteltuna vaikutusten voidaan olettaa olevan seuraavankaltaisia:

Yksityiskäyttöiset autonomiset autot

- Vapaampi käytettävyys johtaa mahdollisesti lisääntyneeseen yksityisautoilun liikennesuoritteeseen ja ulkoishaittojen kasvuun
- Tuottavuuden kasvu, kun ajamiseen käytetty aika voidaan käyttää työskentelyyn
- Turvallisuuden lisääntyminen inhimillisten virheiden vähentyessä
- Autojen ja infrastruktuurin välinen kommunikaatio on rajattu tämän työn ulkopuolelle, mutta tämän myötä on oletettavasti mahdollista saavuttaa katu- ja tiiverkon kapasiteetin tehokkaampaa käyttöä esimerkiksi kiertämällä tiedossa olevat liikenneuhkat

Yhteiskäyttöiset autonomiset kulkumuodot

- Yksityisautojen määrä vähenee suhteessa yhteiskäyttöisten autonomisten autojen markkinaosuuteen ja tätä myötä voidaan saavuttaa yhteiskunnan kannalta huomattavia etuja esimerkiksi tarvittavien pysäköintipaikkojen vähenemisenä.
- Eräiden tutkimustulosten mukaan esimerkiksi Singaporessa noin yksi kolmasosa nykyisestä autokannasta riittäisi tyydyttämään ihmisten liikkumistarpeet, jos autonomisten yhteiskäyttöisten autojen markkinaosuus olisi 100 %. Suomessa on arvioitu yhden yhteiskäyttöisen auton voivan korvata jopa 20 yksityisautoa.
- Käyttäjät saattavat matkustaa alentuneen hinnan ja helpomman käytettävyyden takia yhteiskäyttöisillä autonomisilla autoilla enemmän kuin nykyisillä yhteiskäyttöatuloilla ja yksittäiset autot kulkevat pidempiä matkoja pyrkinessään sopeutumaan kysyntään. Todellinen vaikutus tieliikenteen ulkoishaittoihin on täten vielä epäselvä.

Jaetut autonomiset kulkumuodot

- Vähentävät liikennesuoritetta ja tieliikenteen ulkoishaittoja kuten ruuhkia, onnettomuuksia ja päästöjä sekä mahdollisesti joukkoliikenteeseen tarvittavia investointeja.
- Koska jaetut autonomiset kulkumuodot perustuvat kyytien yhdistelyyn, voidaan matkustajien liikennesuoritteen olettaa vähenevän enemmän kuin yhteiskäyttöisten autonomisten kulkumuotojen yhteydessä.

- Pääkaupunkiseudulla noin yksi kolmasosa nykyisestä autokannasta riittäisi tyydyttämään ihmisten liikkumistarpeet jo ilman automaatiota, jos kaikki autot olisivat jaettuja autoja.
- Autonomian myötä jaettujen autojen hinta pääkaupunkiseudulla matkaa kohden voisi olla yksityisautoa halvempi jo 25 % markkinaosuudella ja ilman autonomi-aa 75 % markkinaosuudella.

Kysyntäohjautuvan liikenteen mahdollisuudet erityyppisillä alueilla

Riittävää kysyntätiheyttä kysyntäohjautuvan liikenteen palveluille voi olla vaikea saavuttaa *haja-asutusalueilla*. Voidaan olettaa, että mitä vähemmän järjestelmä saavuttaa kysyntätiheyttä sitä tehottomampi järjestelmä on. Tätä myötä käyttäjät joutuvat esimerkiksi odottamaan pitkiä aikoja tai kävelemään pitkiä matkoja tai vaihtoehtoisesti järjestelmää joudutaan huomattavasti subventoimaan. Järjestelmän vakiintuessa on kuitenkin mahdollista, että autonomisten autojen avulla voidaan kustannusten laskiessa saavuttaa riittävä tehokkuus myös pienemmän kysyntätiheyden alueilla. Lisäksi haja-asutusalueilla on ongelmana viestintäteknologioiden huonompi laatu ja mahdollisesti hitaampi uusien teknologioiden käyttöönotto käyttäjien keskuudessa (kts. Velaga ym. 2012).

Kaupunkien keskustoissa puolestaan ongelmana voivat olla jo ennestään hyvä joukko- liikenteen palvelutaso ja lyhyet kävelymatkat. Nämä eivät houkuttele käyttämään kysyntäohjautuvia liikennemuotoja, vaikka teknisesti kysyntätiheyden saavuttamisen kannalta sijainti voisi ollakin optimaalinen.

Esikaupunkialueella kysyntäohjautuva liikenne voi tukea poikittaisliikennettä joukko- liikenteen runkolinjojen välillä, ja kannattavan kysyntätiheyden saavuttaminen on mahdollista. Autonomisten autojen myötä myös yksittäisten alueiden sisäinen hyvin lyhyiden matkojen syöttöliikenne esimerkiksi raideliikenteelle voi olla kannattavaa.

Kysyntäohjautuvan liikenteen kokeiluissa voi olla tarkoituksenmukaista myös uudenlaisten alueellisten määrittelyjen testaus, jossa kokeilualue rajataan esimerkiksi nykyisten joukko- liikenteen runkolinjojen mukaan ja vältetään liian suurten kokeilualueiden muodostumista. Pääkaupunkiseudulla tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi sektorimallisen kokeilualueen muodostamista.

5.5 Toimenpiteet

Edellä esitetyn tulevaisuuskuvan pohjalta ja tulevaisuuskuvan yhteydessä esityettyihin testaustoiminnan aikataulutuksiin perustuen voidaan seuraavassa esitetyjä toimenpiteitä pitää järjestelmän toteuttamisen kannalta oleellisina.

Tilauspalvelun edistäminen:

Vuosi	Toimenpide	Vastuutaho
2015-2016	Tilauspalvelun alkuunpanon ohjelmointi perustamalla projekti, jossa mukana LVM, Liikennevirasto, HSL ja Trafi. Selvitetään tavoitteet, aikataulu, julkisen hallinnon rooli ja paljonko rahoitusta tarvitaan sekä varmistetaan tarvittavien joukkoliikenteen tietovarantojen saatavuus	Julkinen hallinto
2016-2017	Tilauspalvelun ensimmäiset nopeat kokeilut	Kaupalliset toimijat
2015-2018	Ensimmäiset autonomisten autojen kokeilut osana joukkoliikennettä	Julkinen hallinto
2017	Tilauspalvelu käytössä kokeilujen kautta hyväksi todetuilla alueilla	Kaupalliset toimijat
2018	Huolehtiminen toimintamallin jalostuksesta ja monistamisesta: uusien tilauspalveluiden syntyminen mahdollistetaan avoimen tiedon vaihdon kautta kokeiluissa hyväksi todetuista toimintamalleista	Julkinen hallinto yhteistyössä kaupallisten toimijoiden kanssa
2020-	Huolehtiminen toimintamallin jalostuksesta ja monistamisesta: Tilauspalvelun laajentaminen valtakunnalliseksi toimintamalliksi. Tilauspalveluiden järjestäjiä useita, jotka kilpailevat keskenään ja suomalaiset	Julkinen hallinto yhteistyössä kaupallisten toimijoiden kanssa

	toimijat ovat vieneet tilauspalvelun mallin myös ulkomaille	
2020-	Automatisoitujen autojen kokeilujen tukeminen: ensimmäisten kuluttajille suunnattujen automatisoitujen autojen testaaminen osana yhteiskäyttö- ja kimppakyytipalveluita	Kaupalliset toimijat
2020-luku	Autonomisiin autoihin perustuvan joukko-liikenteen käyttöönotto	Julkinen hallinto

Rajoittaviin tekijöihin vastaaminen jatkuvilla julkisen hallinnon toimenpiteillä:

- Luottamuksen lisääminen uudentyyppisiin liikennepalveluihin ja automatisoituihin autoihin markkinoinnilla ja julkisilla kokeiluilla
- Henkilöautoilla ajettavan kysyntäohjatun liikenteen helpottaminen taksilupien sääntelyä vähentämällä, kimppakyytien hinnoittelua selkeyttämällä ja mahdollisesti sallimalla yksityishenkilön osallistumisen kyytien yhdistelyyn perustuvaan liikennepalveluun tulohankintatarkoituksessa
- Kysyntäohjatun liikenteen järjestelmien kehitystyön tukeminen kohti itsenäistä liiketoimintaa, teknisiä järjestelmiä ja toiminnan kannalta oleellisia investointeja rahoittamalla
- Autonomisten autojen käytön mahdollistaminen kuljettajaa koskevaa lainsäädäntöä tarkistamalla
- Yksityisyyden ja tietoturvallisuuden takaaminen

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

6.1 Yhteenveto

Uudenlaiset kysyntäohjautuvat liikennemuodot yhdessä nykyaikaisten ICT-teknologioiden kanssa voivat tarjota perinteistä joukkoliikennettä joustavamman ja yksityisautoilua edullisemman matkustustavan. Viime vuosina useat autonvalmistajat ja teknologiayritykset ovat julkistaneet automatisoituihin autoihin liittyviä kehitysprojekteja, joilla voi olla merkittävä positiivinen vaikutus kysyntäohjautuvan liikenteen hintaan ja käytettävyyteen. Automatisoidut autot voivat kuitenkin vapaamman käytettävyytensä ansiosta lisätä yksityisautoilun liikennesuoritetta ja näin ollen tieliikenteen ulkoishaittoja. Ulkoishaittojen lisääntymisen hillitsemiseksi automatisoituja autoja voidaan ohjata käytettäväksi osana kysyntäohjautuvaa liikennettä kokoavan tilauspalvelun avulla, joka samalla vastaa kysyntäohjautuvan liikenteen tilausjärjestelmien hajanaisuuteen ja tästä johtuvaan palveluiden käyttämisen hankaluuteen.

Työssä on tunnistettu tavoitteita tilauspalvelulle ja tulevaisuuskuvan yhteydessä määritetty järjestelmä, joka vastaa näihin tavoitteisiin. Esitetty tilauspalvelu mahdollistaa kaikkien tilauspalvelun toiminta-alueen kysyntäohjautuvien liikennemuotojen käyttämisen yhteisen sähköisen tilausjärjestelmän avulla. Järjestelmä on myös laajennettavissa kattamaan esimerkiksi perinteisen joukkoliikenteen vaihtoehtoja. Järjestelmäkokonaisuudella on potentiaali vähentää huomattavasti yksityisautoilun ulkoishaittoja ja ohjata automatisoituja autoja käytettäväksi osana kysyntäohjautuvaa liikennettä, mutta vaikutukset riippuvat saavutettavasta markkinaosuudesta. Tilauspalvelun testaustoiminta tulee aloittaa nopeilla kokeiluilla suunnattuna alueille, joissa kysyntäohjautuvan liikenteen toimintaa voidaan tehostaa kokoavan tilauspalvelun avulla. Tulevaisuuskuvan yhteydessä on esitetty toimenpiteet tilauspalvelun edistämiseksi ja vastaamiseksi järjestelmää koskeviin haasteisiin, kuten uusia liikennemuotoja koskevaan luottamuspulaan, henkilöautoilla ajettavan kysyntäohjautuvan liikenteen tiukkaan sääntelyyn, kysyntäohjautuvan liikenteen rahoitustarpeeseen sekä autonomisia autoja rajoittavaan lainsäädäntöön.

6.2 Järjestelmäkokonaisuuden tavoitteiden mukaisuus

Luvun 5 yhteydessä asetettiin tavoitteet työn kirjallisuus- ja haastatteluaineiston pohjalta samaisessa luvussa määritellylle järjestelmäkokonaisuudelle. Tässä luvussa pyritään arvioimaan miten määritelty järjestelmäkokonaisuus vastaa asetettuihin tavoitteisiin.

Yleiset tavoitteet:

⇒ *Järjestelmä vastaa autonomisten autojen mahdollisesti aiheuttamaan yksityisautoilun ulkoishaittojen kasvuun siten, että tuetaan multimodaalisia ja tehokkaampia matkustustapoja kaikki liikennemuodot kattavien sähköisten tilausjärjestelmien avulla*

Määriteltyyn tilauspalvelu pyrkii kokoamaan yhteen palveluun kaikki valitun alueen kysyntäohjautuvan liikenteen liikennöitsijät. Tämän lisäksi tilauspalveluun on mahdollista liittää tietoa muista liikennemuodoista, kuten perinteisestä joukkoliikenteestä.

⇒ *Järjestelmä tukee uutta liikennepolitiikkaa: nykyisen infrastruktuurin ja liikennepalveluiden aiempaa tehokkaampi hyödyntäminen, liikenteen ongelmien ratkaiseminen ja ehkäiseminen uusien teknologioiden avulla sekä uuden liiketoiminnan ja kokeilujen mahdollistaminen*

Määritelty järjestelmäkokonaisuus pyrkii tukemaan uutta liikennepolitiikkaa uusien teknologioiden avulla. Autonomisilla autoilla ja uudenaikaisella kysyntäohjautuvalla liikenteellä olemassa oleva infrastruktuuri, sekä näiden lisäksi tilauspalvelun avulla kysyntäohjautuvan liikenteen liikennepalvelut, saadaan entistä tehokkaammin käyttöön. Uutta liiketoimintaa ja kokeiluja mahdollistetaan tukemalla autonomisten autojen ja määritellyn järjestelmäkokonaisuuden kehitystä.

Kysyntäohjautuvan autonomisen tieliikenteen tavoitteet:

⇒ *Järjestelmä vastaa moninaisiin ja vaihteleviin asiakastarpeisiin pyrkimällä täyttämään perinteisen joukkoliikenteen ja yksityisautoilun väliin jäävää tarvetta joustaville ja edullisille matkustustavoille tukemalla kysyntäohjautuvia liikennemuotoja*

⇒ *Kysyntäohjautuvan liikenteen paremman tehokkuuden saavuttamiseksi ja autonomisten autojen mahdollisesti aiheuttamaan yksityisautoilun ulkoishaittojen kasvuun vastaamiseksi järjestelmä mahdollistaa autonomisten autojen hyödyntämisen osana kysyntäohjautuvaa liikennettä*

Määritelty tilauspalvelu tukee kysyntäohjautuvia liikennemuotoja siten, että se vähentää kysyntäohjautuvan liikenteen tilausjärjestelmien hajanaisuutta ja täten mahdollistaa yksittäisten liikennöitsijöiden saavuttaa helpommin mittakaavaetuja. Järjestelmäkokonai-

suus mahdollistaa autonomisten autojen käyttämisen osana kysyntäohjautuvaa liikennettä. Autonomiset autot myös tukevat kysyntäohjautuvaa liikennettä alentamalla liikennepalveluiden hintaa ja parantamalla näiden käytettävyyttä.

Tilauspalvelun tavoitteet

⇒ *Kysyntäohjautuvan liikenteen keskeinen ongelma on saavuttaa riittävä kysyntätiheys. Jotta kyytien tarjoaminen olisi kannattavaa ja palvelut voisivat saavuttaa mittakaavaetuja, järjestelmä tuo yhteen mahdollisimman monia toimijoita ja helpottaa näin toimijoiden mittakaavaetujen saavuttamista.*

Kysyntäohjautuvan liikenteen kysyntätiheyden lisäämiseksi määritelty tilauspalvelu pyrkii kokoamaan samaan palveluun kaikki alueen liikennöitsijät.

⇒ *Tilauspalvelu tähtää avoimiin ja yhtenäisiin kommunikaatorajapintoihin, jotka yhdistävät modulaarisesti keskenään autonomisia toimijoita ja luovat edellytyksiä kolmansien osapuolien sovelluksille sekä tilausten välitykseen perustuvalla liiketoiminnalla.*

Tilauspalvelun tilausprosessi on määritelty siten, että se on rakenteeltaan modulaarinen ja kaikki tilausprosessiin osallistuvat järjestelmät voidaan myös vaihtaa kolmansien osapuolien kehittämiin järjestelmiin avointen rajapintamäärittelyjen avulla.

⇒ *Tilauspalvelu pyrkii 1) käyttäjien hyväksyntään kuten käyttäjäystävällisyyteen, epävarmuuden vähentämiseen sekä tiedon selkeyteen ja riittävyys 2) sekä lisäksi tyydyttävään tekniseen suorituskyykyyn kuten tekniseen luotettavuuteen, tiedon johdonmukaisuuteen ja nopeaan vasteaikaan mutta samalla ottaa huomioon kysyntäohjautuvien liikennemuotojen liikennöitsijöiden omien tilausjärjestelmien mahdollisesti laskentaintensiiviset prosessit.*

Tilauspalvelu pystyy modulaarisuutensa ansiosta tarjoamaan useita erilaisiin käyttäjätarpeisiin soveltuvia vaihtoehtoisia käyttäjäystävällisiä käyttöliittymiä tilauspalvelun käyttämiseen, kuten älypuhelinsovelluksen tai selainpohjaisen käyttöliittymän. Tilauspalvelussa näytettävien tietojen selkeyden ja määrän riittävyys jää osittain tilauspalvelun järjestäjän harkinnan varaan, mutta tehdyn määrittelyn mukaan tietojen näyttämisesä tulee pyrkiä mm. tietojen yhteismittallistamiseen. Nopea vasteaika tilauspalvelun olennaisimman toiminnon, eli kyytihaun yhteydessä, voidaan taata hakemalla tarjoukset liikennöitsijöiltä asymmetrisesti ja esittää nämä käyttöliittymässä heti näiden saapuessa.

Kysyntäohjautuvan liikenteen liikennöitsijöillä on mahdollisuus olla vastaamatta tarjouksiin esimerkiksi korkean kysynnän aikana, jolloin liikennöitsijä pystyy säästämään omien tietojärjestelmiensä laskentakapasiteettia.

⇒ *Tilauspalvelu ottaa huomioon matkustajien 1) instrumentaaliset motiivit, kuten matka-aika ja matkan kustannus 2) sekä matkustajien muihin motiiveihin perustuvat pehmeät arvot, kuten kätevyys, turvallisuus ja mukavuus.*

⇒ *Tilauspalvelu tarjoaa personalisoitua ja reaaliaikaista matkustusinformaatiota sekä välttää maantieteellistä rajoittumista skaalautuvilla ratkaisuilla.*

Tilauspalvelu esittää käyttäjälle kyytitarjousten yhteydessä matka-ajan ja matkan kustannuksen sekä mahdollisesti myös muita tarjoukseen liittyviä pehmeämpiä arvoja. Kyytitarjousten esittäminen voidaan personalisoida esimerkiksi henkilökohtaisten lipputuotteiden esittämisellä ja liikennöitsijöiden tarjoamalla lisäsisällöllä. Liikennöitsijät voivat myös kyytitarjouksen hyväksymisen jälkeen välittää käyttäjälle reaaliaikaista tietoa tilauksen etenemisestä. Maantieteellinen skaalatutuminen taataan standardoiduilla rajapinnoilla ja yhtenäisillä toimintatavoilla. Skaalatutumista edesauttaa myös se, että tilauspalvelu toimii pelkästään tilausten välittäjänä ja jättää paikallistuntemusta vaativan kyytien operoinnin liikennöitsijöille.

6.3 Johtopäätökset

Työssä tehty pohdinta ei ole pelkästään teknologiasidonnaista, vaan esille on pyritty tuomaan myös laajemmalti esimerkiksi ihmisten liikkumiseen vaikuttavia motiiveja sekä käsittelemään tulevaisuuskuvassa esitettyä tilauspalvelua eri osapuolten näkökulmista. Tulevaisuuskuvan tilauspalvelun kannalta jätetään tietoisesti tilauspalvelun järjestäjälle valittaviksi käytettävät yksittäiset teknologiset ratkaisut tulevaisuuskuvan käsitteilyn keskittyessä teknologia- ja järjestelmäkokonaisuuteen. Yksittäiset tekniset ratkaisut on järkevintä valita maantieteellisen sijainnin sekä toteutuksen ajankohdan ja kulloinkin vallitsevien teknologisten kehityssuuntausten mukaan. Lisäksi esitetty tilauspalvelu ei itsessään rajoita, miten palvelun kautta tarjottavat liikennepalvelut hinnoitellaan. On täysin mahdollista, että tilauspalvelun kautta välitettyjen matkojen hinnoittelu perustuu esimerkiksi liikenteen palvelupaketteihin. Tilauspalvelun organisaatiomalli muistuttaakin Helsingin kaupungille esitettyä Mobility as a Service (MaaS) –mallia (kts. Heikkilä 2014). Mallin mukaisesti tilauspalvelun järjestäjä voitaisiin nähdä yksittäisenä MaaS-toimijana, joka ostaa liikennepalveluita liikennepalveluiden tuottajilta, eli TaaS-

operaattoreilta (tässä yhteydessä kysyntäohjautuvan liikenteen liikennöitsijöiltä) ja myyvät liikennepalveluita käyttäjille mahdollisesti osana liikenteen palvelupaketteja. Liikennepalveluiden hinnoittelu tulee olemaan yksi tilauspalvelun järjestäjälle sekä liikennöitsijöille jäävistä haasteista, ja valittava hinnoittelu tulee kehittää asiakastarpeisiin sopivaksi. Hinnoittelu itsessään tuskin ratkaisee tilauspalvelun lopullista kohtaloa, vaan haasteena löytää on holistisia ratkaisuja, jotka huomioivat ihmisten liikkumiseen vaikuttavat moninaiset tekijät.

Kehitettäessä vaihtoehtoja yksityisautoilulle on oleellista huomioda, että autoteollisuus käyttää valtavia summia markkinointiin, joilla vahvistetaan yksityisautoihin liittyviä affektiivisia ja symbolisia motiiveja, ts. muita kuin auton välittömään käyttöarvoon liittyviä tekijöitä. Pelkän uuden liikennepalvelun tai tietojärjestelmän kehittäminen ja tarjoaminen käytettäväksi tuskin itsestään aiheuttaa merkittävää muutosta ihmisten yksityisautoiluun. Lisäksi nykypäivänä erilaiset teknologiset järjestelmät ympäröivät meitä jatkuvasti arjessamme. Nämä järjestelmät saattavat olla meille usein jopa täysin näkymättömiä, joten teknologisten järjestelmien tekninen toimivuus ja sulava käytettävyys voidaan nykypäivänä nähdä lähes triviaalina. Teknologioden tulee siis toimia oletusarvoltaan käyttäjän kannalta vaivattomasti, mutta tämän lisäksi merkittävä huomio tulee kiinnittää käyttäjäyhteisöjen rakentamiseen.

On mahdollista, että kaikkien liikennemuotojen tarjoaminen saman palvelun kautta ei vastaa käyttäjien halun samaistua tietyn liikennemuodon käyttäjiksi, vaikka kokoava tilauspalvelu teknisestä näkökulmasta onkin kannattava vaihtoehto. Tällöin tilauspalvelu voi silti koota yhteen esimerkiksi tietyn kysyntäohjautuvan liikennemuodon hajanaiset liikennöitsijät. Asiakkaiden tarpeiden ja asenteiden kartoitus sekä näihin vastaaminen on tehtävä alue- ja tapauskohtaisesti tilauspalvelun järjestäjän toimesta, mikä on myös oleellinen osa tilauspalvelun liiketoimintaa. Tilauspalveluiden segmentoituminen ja brändäys tietyille käyttäjille voi edesauttaa tilauspalveluiden välille syntyvää kilpailua, kun nämä pyrkivät vastaamaan erilaisiin asiakastarpeisiin.

Jos autonomiset autot päätetään mahdollistaa, tullaan samalla tekemään eettinen päätös hyväksyä riski siitä, että autonomisten autojen aiheuttamia onnettomuuksia voi tapahtua. Koska samalla tieliikenteen kokonaisturvallisuutta olettavasti saadaan parannettua, voi päätös ainakin utilitaristisesta näkökulmasta olla perusteltu. Automatisoiduilla autoilla voi olla myös vaikutuksia, joita emme vielä osaa ennakoida. Esimerkiksi henkilöauto toi lupauksen liikkumisen uudenlaisesta vapaudesta, mutta siitä on tullut tekijä,

joka rajoittaa muuta liikkumista etenkin kaupungissa. Se on myös tehnyt auton omistamisesta osalle ihmisistä lähes välttämättömyyden.

Työssä ei puutteellisen informaation vuoksi otettu huomioon maantieteellistä ulottuvuutta, joka sääolosuhteiden ja infrastruktuurin muodossa vaikuttaa olettavasti myös automatisoitujen autojen yleistymiseen Suomessa. Lisäksi nopeasti kehittyvien teknologioiden vuoksi täsmällisiä aikatauluja automatisoitujen autojen yleistymiselle on tällä hetkellä vaikea ennustaa. Myös kysyntäohjatuvan liikenteen suoria vaikutuksia on haastavaa ennustaa ilman alueellisia todellisiin liikennetietoihin perustuvia simulointeja, joiden avulla voidaan myös selvittää tarkemmin potentiaalisia maantieteellisiä alueita, joissa kysyntäohjautuva liikenne on kannattavaa. Täten automatisoiduille autoille ja kysyntäohjautuvalle liikenteelle parhaiten soveltuvien maantieteellisten käyttöalueiden sekä käyttäjien uusille liikennepalveluille asettamien vaatimusten tarkempi kartoitus on tulevaisuudessa suositeltavia tutkimussuuntia aiheeseen liittyen.

Työn pohjalta voidaan pitää tärkeänä, että julkisella hallinnolla on tulevaisuuden suhteen käsitys, miten automatisoituihin autoihin suhtaudutaan. Ajoneuvoteknologiat tulevat kehittymään itsenäisesti kaupalliselta pohjalta, ja näiden yksityiskohtainen sääntely tai näihin liittyvien täsmällisten suunnitelmien tekeminen ennakoimattomasti kehittyvien teknologioiden vuoksi ei ole kannattavaa. Julkinen hallinto voi kuitenkin vaikuttaa siihen, että kehitys on halutun suuntaista, eivätkä automatisoidut autot tule johtamaan esimerkiksi tieliikenteen ulkoishaittojen lisääntymiseen.

7 Lähdeluettelo

AKT 2012. *Taksiliikenteen Työehtosopimus 2012 - 2014*, [Online]. Taksiliikenteen työnantajat ry., Auto- ja kuljetusalan työntekijäliitto AKT ry., 20.2.2012. [Viitattu 11.6.2014]. Saatavissa: http://www.akt.fi/easydata/customers/akt/files/1_Tessit_ja_palkkatau/tes_2012/valmis_taksi_tes_2012-2014_id_7455.pdf.

Ambrosino, G., Ferrari, A., di Volo, N. & Masson, B. 2004, *The Agency for Flexible Mobility Services "on the move" Final Report v. 1.7*, FAMS Consortium.

Anable, J. 2005, 'Complacent Car Addicts' or 'Aspiring Environmentalists'? Identifying travel behaviour segments using attitude theory. *Transport Policy*, Vol. 12, N. 1, S. 65-78.

André, P., Wilson, M.L., Owens, A. & Smith, D.A. 2007, *Journey planning based on user needs. CHI'07 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, San Jose, California, USA, S. 2025.

APTA 2013. *Millennials & Mobility: Understanding the Millennial Mindset*, [Online]. American Public Transportation Association, [Viitattu 9.7.2014]. Saatavissa: <http://www.apta.com/resources/reportsandpublications/Documents/APTA-Millennials-and-Mobility.pdf>.

Beecroft, M. & McDonald, M. 2005, *Bespoke services for personal travel and goods movement. Engineering Sustainability*, Vol. 158, N. 2, S. 83-88.

Beirão, G. & Cabral, J.A.S. 2007, *Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. Transport Policy*, Vol. 14, N. 6, S. 478-489.

Biernbaum, L., Rainville, L. & Spiro, A. 2011, *Multimodal Trip Planner System Final Evaluation Report*, Federal Transit Administration, U.S. Department of Transportation, Cambridge, MA, USA.

Bloomberg 2013. *Self-Driving Cars More Jetsons Than Reality for Google Designers*, [Online]. 6.2.2013. [Viitattu 13.6.2014]. Saatavissa: <http://www.bloomberg.com/news/2013-02-06/self-driving-cars-more-jetsons-than-reality-for-google-designers.html>.

Brake, J., Mulley, C., Nelson, J.D. & Wright, S. 2007, *Key lessons learned from recent experience with Flexible Transport Services. Transport Policy*, Vol. 14, N. 6, S. 458-466.

Buhalis, D. 1998, *Strategic use of information technologies in the tourism industry*. *Tourism management*, Vol. 19, N. 5, S. 409-421.

Burns, L.D., Jordan, W.C. & Scarborough, B.A. 2013, *Transforming Personal Mobility*, The Earth Institute, Columbia University.

Byrne, P.V. 2012, *Navigating to a selected location*, US20130325345 A1 edn, WO2013180993A2.

Chan, N.D. & Shaheen, S.A. 2012, *Ridesharing in north america: Past, present, and future*. *Transport Reviews*, Vol. 32, N. 1, S. 93-112.

Chorus, C.G., Molin, E.J. & Van Wee, B. 2006, *Use and effects of Advanced Traveller Information Services (ATIS): a review of the literature*. *Transport Reviews*, Vol. 26, N. 2, S. 127-149.

Citymobil2 2014. *Citymobil2 Newsletter No. 3, June 2014*, [Online]. [Viitattu 16.6.2014]. Saatavissa:
http://www.citymobil2.eu/en/upload/Dissemination_materials/citymobil2%20newsletter%20n%C2%B03%20.pdf.

Cohen, M.J. 2012, *The future of automobile society: a socio-technical transitions perspective*. *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 24, N. 4, S. 377-390.

Cooper, C.L. 2005, *The future of work: careers, stress and well-being*. *Career Development International*, Vol. 10, N. 5, S. 396-399.

Dutzik, T., Madsen, T. & Baxandall, P. 2013, *A New Way to Go The Transportation Apps and Vehicle-Sharing Tools that Are Giving More Americans the Freedom to Drive Less*, U.S. PIRG Education Fund; Frontier Group.

Eduskunta 2006. *Hallituksen esitys Eduskunnalle taksiliikennelaiksi sekä laiksi luvanvaraisesta henkilöliikenteestä tiellä annetun lain muuttamisesta LiVM 34/2006 vp — HE 38/2006 vp*. [Online]. [Viitattu 20.7.2014]. Saatavissa:
[http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/?\\$APPL=akirjat&\\$BASE=akirjat&\\$THWIDS=0.10/1405833610_515672&\\$TRIPPIFE=PDF.pdf](http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/?$APPL=akirjat&$BASE=akirjat&$THWIDS=0.10/1405833610_515672&$TRIPPIFE=PDF.pdf).

EU 2011. *Valkoinen Kirja: Yhtenäistä Euroopan liikennealuetta koskeva etenemissuunnitelma – Kohti kilpailukykyistä ja resurssitehokasta liikennejärjestelmää*, [Online]. Euroopan Komissio, 28.3.2011. [Viitattu 16.7.2014]. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:FI:PDF>.

- EU-Spirit 2014a. *EU-Spirit: Area covered - Geographical Coverage and EU-Spirit Providers*, [Online]. [Viitattu 9.6.2014]. Saatavissa: <http://eu-spirit.eu/area-covered/>.
- EU-Spirit 2014b. *EU-Spirit: Technicality – System Architecture*, [Online]. [Viitattu 9.6.2014]. Saatavissa: <http://eu-spirit.eu/specifications/technicality-system-architecture/>.
- Fagnant, D.J. & Kockelman, K.M. 2013. *Preparing a Nation for Autonomous Vehicles: Opportunities, Barriers and Policy Recommendations*, [Online]. [Viitattu 12.6.2014]. Saatavissa: <http://www.enotrans.org/wp-content/uploads/wpsc/downloadables/AV-paper.pdf>.
- Fagnant, D.J. & Kockelman, K.M. 2014, *The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 40, S. 1-13.
- Ferguson, D.I., Haehnel, D., Fairfield, N. & Google Inc. 2014, *Construction Zone Detection Using a Plurality of Information Sources*, US20140067187 A1 edn, WO2014039200A1.
- Flink, J.J. 1990, *The automobile age*, First MIT Press paperback edition. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- Ford, H.J. 2012. *Shared Autonomous Taxis: Implementing an Efficient Alternative to Automobile Dependency*. Bachelor's thesis. Princeton University. Princeton, NJ, USA.
- Fraichard, T. & Kuffner, J.J. 2012, *Guaranteeing motion safety for robots. Autonomous Robots*, Vol. 32, N. 3, S. 173-175.
- Gardner, B. & Abraham, C. 2007, *What drives car use? A grounded theory analysis of commuters' reasons for driving. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 10, N. 3, S. 187-200.
- Gomez, L.R.P., Szybalski, A.T., Thrun, S., Nemec, P. & Urmson, C.P. 2014, *Transportation-aware physical advertising conversions*, US8630897 B1 edn.
- Goodall, N.J. 2014, *Machine Ethics and Automated Vehicles*, Pre-print version edn, G. Meyer and S. Beiker (eds.), Road Vehicle Automation, Springer, 2014, pp. 93-102.
- Gorris, T., de Kievit, M., Solar, A., Katgerman, J. & Bekhor, S. 2012a. *CityMobil: D5.4.1 Assessment of Automated Road Transport Systems contribution to Urban Sustainability*, [Online]. 29.3.2012. [Viitattu 16.6.2014]. Saatavissa: <http://www.tmlleuven.be/project/citymobil/D5.4.1-II-PU-Final%20ex%20post%20report%20part%204-CityMobil.pdf>

Gorris, T., de Kievit, M., Solar, A., Katgerman, J. & Bekhor, S. 2012b. *D5.4.1 Contribution to Urban Sustainability by Automated Road Transport Systems*, [Online]. 29.3.2012. [Viitattu 18.6.2014]. Saatavissa: <http://www.citymobil-project.eu/downloadables/Deliverables/D5.4.1-I-PU-Final%20ex%20post%20report%20part%201,%202%20and%203-CityMobil.pdf>.

Grotenhuis, J., Wiegman, B.W. & Rietveld, P. 2007, *The desired quality of integrated multi-modal travel information in public transport: Customer needs for time and effort savings*. *Transport Policy*, Vol. 14, N. 1, S. 27-38.

Heikkilä, S. 2014. *Mobility as a Service - A Proposal for Action for the Public Administration, Case Helsinki*. Master's thesis. Aalto University, School of Engineering. Espoo.

Helsingin Sanomat 2014. *Helsinkiin pyrkivä taksityhtiö Uber uskoo ilman kuljettajia liikkuviin takseihin*, [Online]. 29.5.2014. [Viitattu 1.6.2014]. Saatavissa: <http://www.hs.fi/talous/Helsinkiin+pyrkiv%C3%A4+taksityhti%C3%B6+Uber+uskoo+ilman+kuljettajia+liikkuviin+takseihin/a1401327714531>.

HERE 2013. *HERE Transit adds LiveSight (and more)*, [Online]. 19.11.2013. [Viitattu 9.6.2014]. Saatavissa: <http://360.here.com/2013/11/19/transit-adds-livesight/>.

Hjorthol, R.J. 2005, *Mobility in daily life. The car and use of information and communication technology for family logistics*. *ERSA conference papers*, European Regional Science Association, .

Hoeger, R., Zeng, H., Hoess, A., Kranz, T. & ym. 2011. *HAVEit, The future of driving. Deliverable D61.1 Final Report, v. 1.0*, [Online]. 30.09.2011. [Viitattu 21.7.2014]. Saatavissa: http://haveit-eu.org/LH2Uploads/ItemsContent/24/HAVEit_212154_D61.1_Final_Report_Published.pdf.

Hoogma, R., Kemp, R., Schot, J. & Truffer, B. 2005, *Experimenting for sustainable transport: the approach of strategic niche management*, Routledge.

HSL 2014a. *HSL - Lippu- ja informaatiojärjestelmä*, [Online]. 2.8.2014. [Viitattu 2.8.2014]. Saatavissa: <https://www.hsl.fi/lippu-ja-informaatiojarjestelma>.

HSL 2014b. *HSL - Näin käytät joukkoliikennettä*, [Online]. 2.8.2014. [Viitattu 2.8.2014]. Saatavissa: <https://www.hsl.fi/ohjeita-ja-tietoja/nain-kaytat-joukkoliikennetta>.

Jokinen, J., Sihvola, T., Hyytiä, E. & Sulonen, R. 2011, *Why urban mass demand responsive transport? Integrated and Sustainable Transportation System (FISTS)*, 2011 IEEE Forum on, IEEE, , S. 317.

Joukkoliikenne laki 13.11.2009/869.

Kenyon, S. & Lyons, G. 2003, *The value of integrated multimodal traveller information and its potential contribution to modal change. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 6, N. 1, S. 1-21.

Kortteliauto 2014. *Kortteliauto: Autojen vertaisvuokraus*, [Online]. [Viitattu 17.6.2014]. Saatavissa: <https://kortteliauto.fi/car-sharing>.

KPMG 2013. *Self-Driving Cars: Are We Ready?* [Online]. [Viitattu 10.6.2014]. Saatavissa: <https://www.kpmg.com/US/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/self-driving-cars-are-we-ready.pdf>.

KPMG 2012. *Self-driving cars: The next revolution*, [Online]. [Viitattu 10.6.2014]. Saatavissa: <http://www.kpmg.com/US/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/self-driving-cars-next-revolution.pdf>.

Kracht, J. & Wang, Y. 2010, *Examining the tourism distribution channel: evolution and transformation. International Journal of Contemporary Hospitality Management*, Vol. 22, N. 5, S. 736-757.

Kutsuplus 2014a. *Kutsuplus - Hinnat*, [Online]. 2.8.2014. [Viitattu 2.8.2014]. Saatavissa: <https://kutsuplus.fi/pricing>.

Kutsuplus 2014b. *Kutsuplus - Tutustu*, [Online]. 2.1.2014. [Viitattu 2.6.2014]. Saatavissa: <https://kutsuplus.fi/tour>.

Laine, T., Pesonen, H. & Moilanen, P. 2003, *Joukkoliikenteen internet-reittineuvontapalvelun vaikutusten ja kannattavuuden arviointi*, FITS-julkaisu 22/2003.

Levy, F. & Murnane, R.J. 2004, *The new division of labor: How computers are creating the next job market*, Princeton University Press.

Liikennevakuutuskeskus 2013. *VALT-vuosiraportti 2012: Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimat kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet*, [Online]. 12.12.2013. [Viitattu 13.6.2014]. Saatavissa:

<http://www.lvk.fi/templates/vinha/services/download.aspx?fid=314110&hash=cd8eb96eb7d155469c7867f4780a985f2e84209eec9055b0af7770b7339f8467>.

Liikennevirasto 2014. *Liikennevirasto - Joukkoliikenteen lippu- ja maksujärjestelmä*, [Online]. 24.4.2014. [Viitattu 2.8.2014]. Saatavissa:

<http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikenneverkko/liikennejarjestelma/henkiloliikenne/joukkoliikenne/piletti#.U9ziAtOSy8A>.

Linturi, R. 2013, *Loppuraportti: Automaattisen liikenteen metropolivisio*, FC Sovelto Oyj, Helsinki.

Litman, T. 2013, *Autonomous Vehicle Implementation Predictions*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, BC, Canada.

Lutin, J.M., Kornhauser, A.L. & Lerner-Lam, E. 2013, *The Revolutionary Development of Self-Driving Vehicles and Implications for the Transportation Engineering Profession*. *ITE Journal*, Vol. 83, N. 7.

LVM 2014a. *Liikenne- ja viestintäministeriö - Liikennepolitiikka*, [Online]. Liikenne- ja viestintäministeriö, [Viitattu 17.7.2014]. Saatavissa: <http://www.lvm.fi/liikennepolitiikka>.

LVM 2014b. *Liikenne- ja viestintäministeriö - Luonnos henkilöliikenteen lakimuutoksista lausuntokierrokselle*, [Online]. Liikenne- ja viestintäministeriö, 30.06.2014. [Viitattu 20.7.2014]. Saatavissa: <http://www.lvm.fi/tiedote/4414717/luonnos-henkiloliikenteen-lakimuutoksista-lausuntokierrokselle>.

LVM 2012. *Kilpailukykyä ja hyvinvointia vastuullisella liikenteellä - Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle 2012*, [Online]. Liikenne- ja viestintäministeriö, [Viitattu 17.7.2014]. Saatavissa: <http://www.hare.vn.fi/upload/Julkaisut/17748/670671812912207.PDF>.

Merat, N., Jamson, H.A., Lai, F. & Carsten, O. 2014, "Human Factors of Highly Automated Driving: Results from the EASY and CityMobil Projects" teoksessa *Road Vehicle Automation* Springer, , S. 113-125.

Minett, P. & Pearce, J. 2011, *Estimating the energy consumption impact of casual carpooling*. *Energies*, Vol. 4, N. 1, S. 126-139.

Mitchell, W.J. 2010, *Reinventing the automobile: Personal urban mobility for the 21st century*, Hardcover. Cambridge, MA, USA: MIT press.

Moovit 2014. *Moovit: Helsinki Metro Area*, [Online]. [Viitattu 9.6.2014]. Saatavissa: <http://www.moovitapp.com/helsinki-metro-area/>.

Möttönen, R. 2012. *Relative energy consumption of transport modes in Finland*. Master's thesis. Aalto University, School of Engineering. Espoo.

National Highway Traffic Safety Administration 2013, *Preliminary statement of policy concerning automated vehicles*. Washington, DC, .

Nelson, J.D., Wright, S., Masson, B., Ambrosino, G. & Naniopoulos, A. 2010, *Recent developments in Flexible Transport Services*. *Research in Transportation Economics*, Vol. 29, N. 1, S. 243-248.

OpenTripPlanner 2014. *OpenTripPlanner*, [Online]. [Viitattu 2014]. Saatavissa: <http://www.opentripplanner.org/otp/>.

Ozguner, U., Acarman, T. & Redmill, K.A. 2011, *Autonomous ground vehicles*, Hardcover. Norwood, MA, USA: Artech House.

Parry, I.W., Walls, M. & Harrington, W. 2007, *Automobile externalities and policies*. *Journal of economic literature*, , S. 373-399.

Rempel, J. 2014. *A Review of Uber, the Growing Alternative to Traditional Taxi Service*, [Online]. AFB AccessWorld Magazine, [Viitattu 11.11.2014]. Saatavissa: <http://www.afb.org/afbpress/pub.asp?DocID=aw150602>.

Reuters 2014. *Self-driving cars may hit roads in 2018: Renault-Nissan CEO*, [Online]. 3.6.2014. [Viitattu 13.6.2014]. Saatavissa: <http://www.reuters.com/article/2014/06/03/us-autos-ghosn-idUSKBN0EE1UU20140603>.

Rintamäki, J. & Ansio, V. 2013. *Omakyyti: Kimppakyytipalveluiden Kysyntä-, Markkina- Ja Lainsäädäntöselvitys*, [Online]. Liikennevirasto, [Viitattu 12.6.2014]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2013-50_omakyyti_web.pdf.

Schweiger, C. & Shammout, K. 2003, *TCRP Report 92: Strategies for Improved Traveler Information*. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, .

Seetharaman, G., Air Force Institute of Technology, Lakhotia, A. & Blasch, E.P. 2006, *Unmanned vehicles come of age: The DARPA grand challenge*. *IEEE Computer*, [Online], vol. 39,

no. 12, s. 18.6.2014-26-29. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/MC.2006.447>. [18.6.2014].

Sessa, C., Gaggi, S., Vendetti, A. & Fioretto, M. 2007, *Citymobil: D.2.2.2 Scenarios for Automated Road Transport*.

Sihvola, T., Häme, L. & Sulonen, R. 2010, *Passenger-pooling and tripcombining potential of high-density demand-responsive transport*. TRB 89th Annual Meeting, .

Sihvola, T., Jokinen, J. & Sulonen, R. 2012, *User Needs for Urban Car Travel*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2277, N. 1, S. 75-81.

Skoglund, T. & Karlsson, I. 2012, *Appreciated—but with a Fading Grace of Novelty! Traveller's Assessment of, Usage of and Behavioural Change given Access to a Co-modal Travel Planner*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 48, S. 932-940.

Spieser, K., Treleaven, K., Zhang, R., Frazzoli, E., Morton, D. & Pavone, M. 2014, *Toward a Systematic Approach to the Design and Evaluation of Automated Mobility-on-Demand Systems: A Case Study in Singapore*.

Spitadakis, V. & Nelson, J.D. 2012. *Enhanced WISETRIP Project - International Trip planning and support based on the needs of travelers: 1st year – Progress update*, Newsletter No. 2 October 2012, [Online]. [Viitattu 9.6.2014]. Saatavissa: <http://www.wisetrip-eu.org/Data/Sites/1/userfiles/newsletters/nwsl.pdf>.

Spitadakis, V. & Fostieri, M. 2012, *WISETRIP- International Multimodal Journey Planning and Delivery of Personalized Trip Information*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 48, N. 0, S. 1294-1303.

Steg, L. 2005, *Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 39, N. 2–3, S. 147-162.

Steg, L., Vlek, C. & Slotegraaf, G. 2001, *Instrumental-reasoned and symbolic-affective motives for using a motor car*. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 4, N. 3, S. 151-169.

Taksiliikennelaki 2.3.2007/217.

Taksiliitto 2014. *Taksimatkan hinta - Suomen Taksiliitto*, [Online]. 1.7.2014. [Viitattu 2.8.2014]. Saatavissa: <http://www.taksiliitto.fi/taksiliikenne/hinta/>.

TE Connectivity 2013. *TE Connectivity Survey Finds Safety The Top Consumer Priority In Adopting Autonomous Vehicle Technology*, [Online]. 25.6.2013. [Viitattu 13.6.2014]. Saatavissa: <http://www.te.com/content/dam/te/global/english/industries/automotive/te-autonomous-vehicles-survey-press-release.doc>.

Thrun, S. & Google Inc. 2010. *Official Google Blog: What we're driving at*, [Online]. 9.10.2010. [Viitattu 13.6.2014]. Saatavissa: <http://googleblog.blogspot.fi/2010/10/what-were-driving-at.html>.

Tibaut, A., Kaučič, B. & Rebolj, D. 2012, *A standardised approach for sustainable interoperability between public transport passenger information systems*. *Computers in Industry*, Vol. 63, N. 8, S. 788-798.

Tilastokeskus 2013. *Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestön tieto- ja viestintätekniikan käyttö*, [Online]. 7.11.2013. [Viitattu 9.7.2014]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/sutivi/2013/sutivi_2013_2013-11-07_tie_001_fi.html.

Tuomisto, J.T. & Tainio, M. 2005, *An economic way of reducing health, environmental, and other pressures of urban traffic: a decision analysis on trip aggregation*. *BMC public health*, Vol. 5, N. 1, S. 123.

Uber 2014. *Uber Blog – Get Moving with Google Maps*, [Online]. 6.5.2014. [Viitattu 1.6.2014]. Saatavissa: <http://blog.uber.com/googlemaps>.

Urmson, C. & Google Inc. 2014a. *Official Google Blog: Just press go: designing a self-driving vehicle*, [Online]. Google Inc., 27.5.2014. [Viitattu 1.6.2014]. Saatavissa: <http://googleblog.blogspot.fi/2014/05/just-press-go-designing-self-driving.html>.

Urmson, C. & Google Inc. 2014b. *Official Google Blog: The latest chapter for the self-driving car: mastering city street driving*, [Online]. 28.4.2014. [Viitattu 13.6.2014]. Saatavissa: <http://googleblog.blogspot.fi/2014/04/the-latest-chapter-for-self-driving-car.html>.

Urmson, C. & Google Inc. 2012. *Official Google Blog: The self-driving car logs more miles on new wheels*, [Online]. 7.8.2012. [Viitattu 16.6.2014]. Saatavissa: <http://googleblog.blogspot.fi/2012/08/the-self-driving-car-logs-more-miles-on.html>.

Urry, J. 2004, *The 'system' of automobility*. *Theory, Culture & Society*, Vol. 21, N. 4-5, S. 25-39.

- van Dijke, J.P. & May, A.D. 2008. *Citymobil: D.2.2.5 Scenarios for automated road transport*, [Online]. Citymobil, 28.3.2008. [Viitattu 11.11.2014]. Saatavissa: <http://www.citymobil-project.eu/downloadables/Deliverables/D2.2.5-PU-Scenarios%20Automated%20Road%20Transport-CityMobil.pdf>.
- van Dijke, J.P. & van Schijndel, M. 2012, *CityMobil, advanced transport for the urban environment*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2324, N. 1, S. 29-36.
- Vantaan Innovaatioinstituutti Oy 2014. *Vantaa mukana kuskittomien pikkubussien kokeilussa 2015*, [Online]. 7.5.2014. [Viitattu 1.6.2014]. Saatavissa: <http://vantaainnovation.fi/uutiset/vantaa-mukana-kuskittomien-pikkubussien-kokeilussa-2015/>.
- Vantaan Innovaatioinstituutti Oy 2013. *Taustaselvitys automaattisten ajoneuvojen avulla toteutettavan palvelun hyödyntämisestä joukkoliikenteessä*, [Online]. 14.11.2013. [Viitattu 16.6.2014]. Saatavissa: <http://vantaainnovation.fi/wordpress/wp-content/uploads/CityMobil2Cfinal.pdf>.
- VDV 2013. *Der ÖPNV: Rückgrat und Motor eines zukunftsorientierten Mobilitätsverbundes*, [Online]. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (Association of German Transport Companies), 13.5.2013. [Viitattu 9.7.2014]. Saatavissa: <http://www.vdv.de/vdv-positionspapier-mmm.pdf>.
- Velaga, N.R., Beecroft, M., Nelson, J.D., Corsar, D. & Edwards, P. 2012, *Transport poverty meets the digital divide: accessibility and connectivity in rural communities*. *Journal of Transport Geography*, Vol. 21, S. 102-112.
- Voltti, V. 2010, *Autojen yhteiskäytön potentiaali ja vaikutukset pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Tampereella. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä*, Vol. 45, N. 2010, S. A1.
- Volvo Car Group 2013. *Volvo Car Group initiates world unique Swedish pilot project with self-driving cars on public roads*, [Online]. 2.12.2013. [Viitattu 13.6.2014]. Saatavissa: <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/136182/volvo-car-group-initiates-world-unique-swedish-pilot-project-with-self-driving-cars-on-public-roads>.
- Werthner, H. & Ricci, F. 2004, *E-commerce and tourism*. *Communications of the ACM*, Vol. 47, N. 12, S. 101-105.
- Zhou, Y., Thill, J. & Huang, Z. 2011, *Design of a user-centric decision support tool for fixed-route bus travel planning*. *Applied Geography*, Vol. 31, N. 3, S. 1173-1184.

Zografos, K.G., Androutsopoulos, K.N. & Nelson, J.D. 2010, *Identifying travelers' information needs and services for an integrated international real time journey planning system. Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2010 13th International IEEE Conference on*, IEEE, , S. 998.

Zografos, K.G., Androutsopoulos, K.N. & Apospori, E. 2012, *User Acceptance and Willingness to Pay for the Use of Multimodal Trip Planning Systems. Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 48, N. 0, S. 2405-2414.